Обмен веществ и энергии

Е.В. Спирина

План:

1. Понятие обмена веществ и энергии

2. Пластический обмен – ассимиляция
   а) фотосинтез
   б) хемосинтез
   в) биосинтез белка

3. Энергетический обмен – диссимиляция
   а) подготовительный этап
   б) неполное окисление
   в) полное окисление или дыхание

Метаболизм

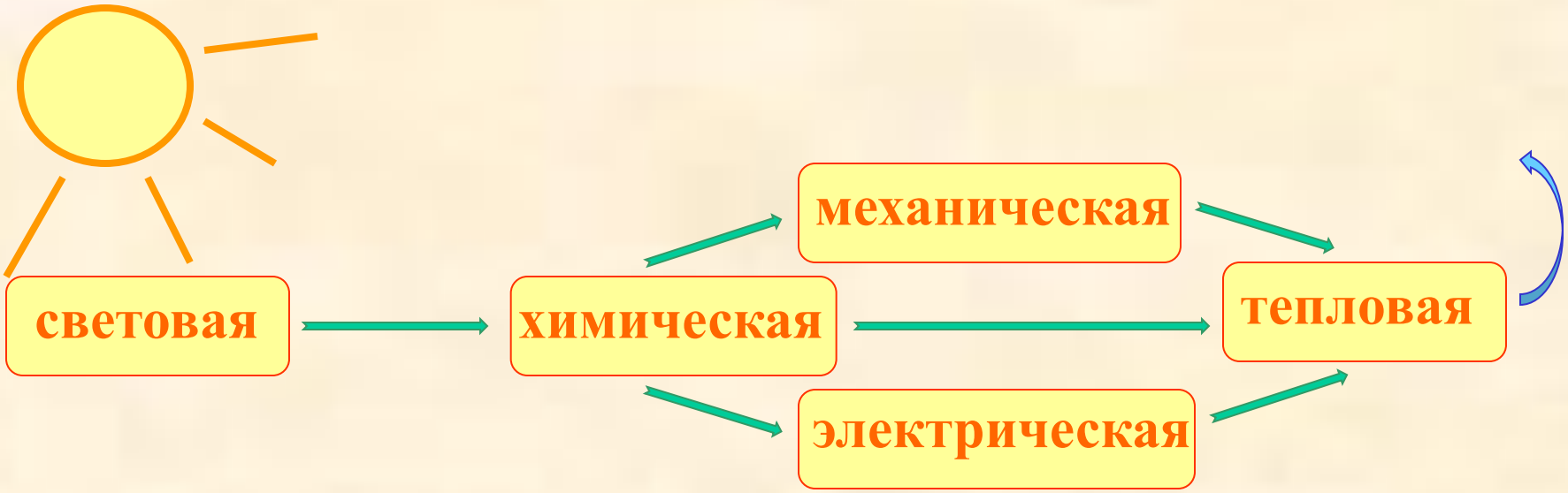
Обмен веществ(метаболизм)-реакции энергетического и пластического обмена находятся в неразрывной связи, образуя в совокупности единый процесс.

Метаболизм

Энергетический обмен (диссимиляция) – совокупность реакций расщепления высокомолекулярных соединений, которые сопровождаются выделением и запасами энергии

Пластический обмен (ассимиляция)- совокупность всех процессов биосинтеза, протекающих в живых организмах

Превращение энергии в природе



Типы питания организмов

Типы питания организмов

Автотрофное – используют энергию света или энергию, выделяющуюся при окислении неорганических соединений (растения, сине-зеленые водоросли, серо-бактерии)

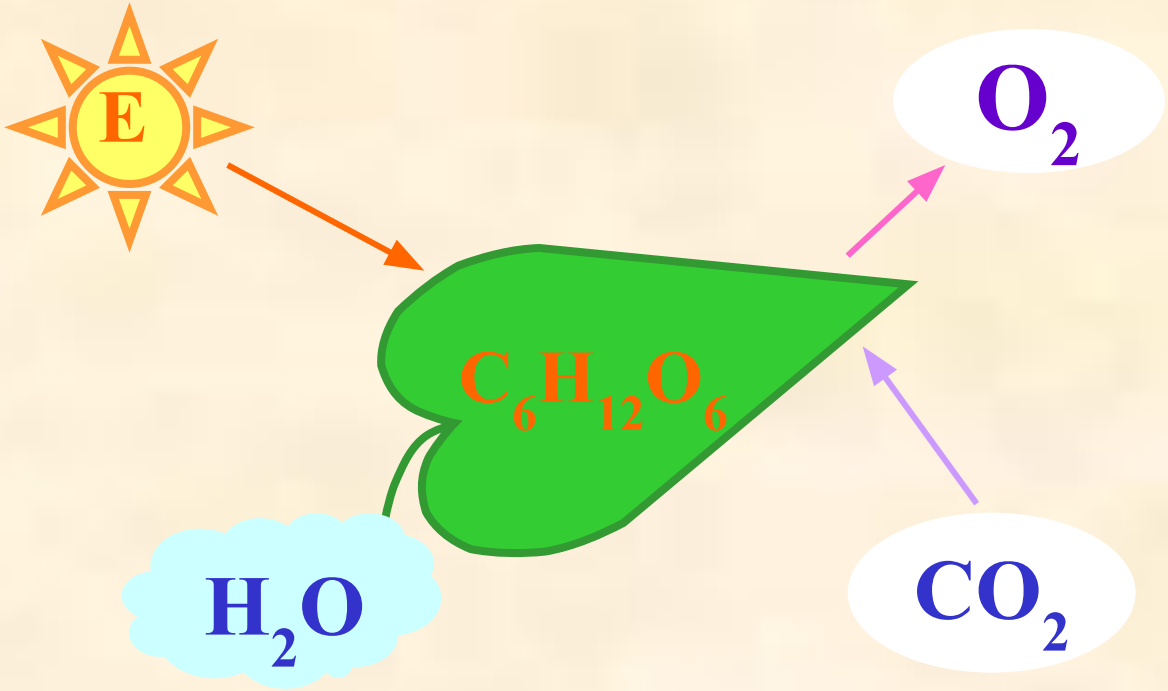
Гетеротрофное - используют в качестве источника углерода и одновременно источника энергии готовые органические вещества. (животные, грибы и большинство бактерий)

Миксотрофное (от греч. Mixis - смешение) – сочетают свойства автротрофов и гетеротрофоф (эвглена зеленая)

Различия в обмене веществ между гетеротрофами и автотрофами

Организмы	Источник энергии	Источник углерода для синтеза органических соединений
Гетеротрофы (гетеротрофные прокариоты, животные, грибы)	Энергия, выделяющаяся при окислении органических веществ	Углерод, содержащийся в органических молекулах
Фотоавтотрофы (фотосинтезирующие бактерии, синезеленые растения)	Энергия света	Углерод, содержащийся в неорганических соединениях
Хемоавтотрофы	Энергия, выделяющаяся при окислении неорганических веществ	Углерод, содержащийся в неорганических соединениях

***Фотосинтез* – процесс запасания энергии солнечного света в молекулах питательных веществ**



$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Фотосинтез

Фотосинтез - процесс преобразования световой энергии в энергию химических связей

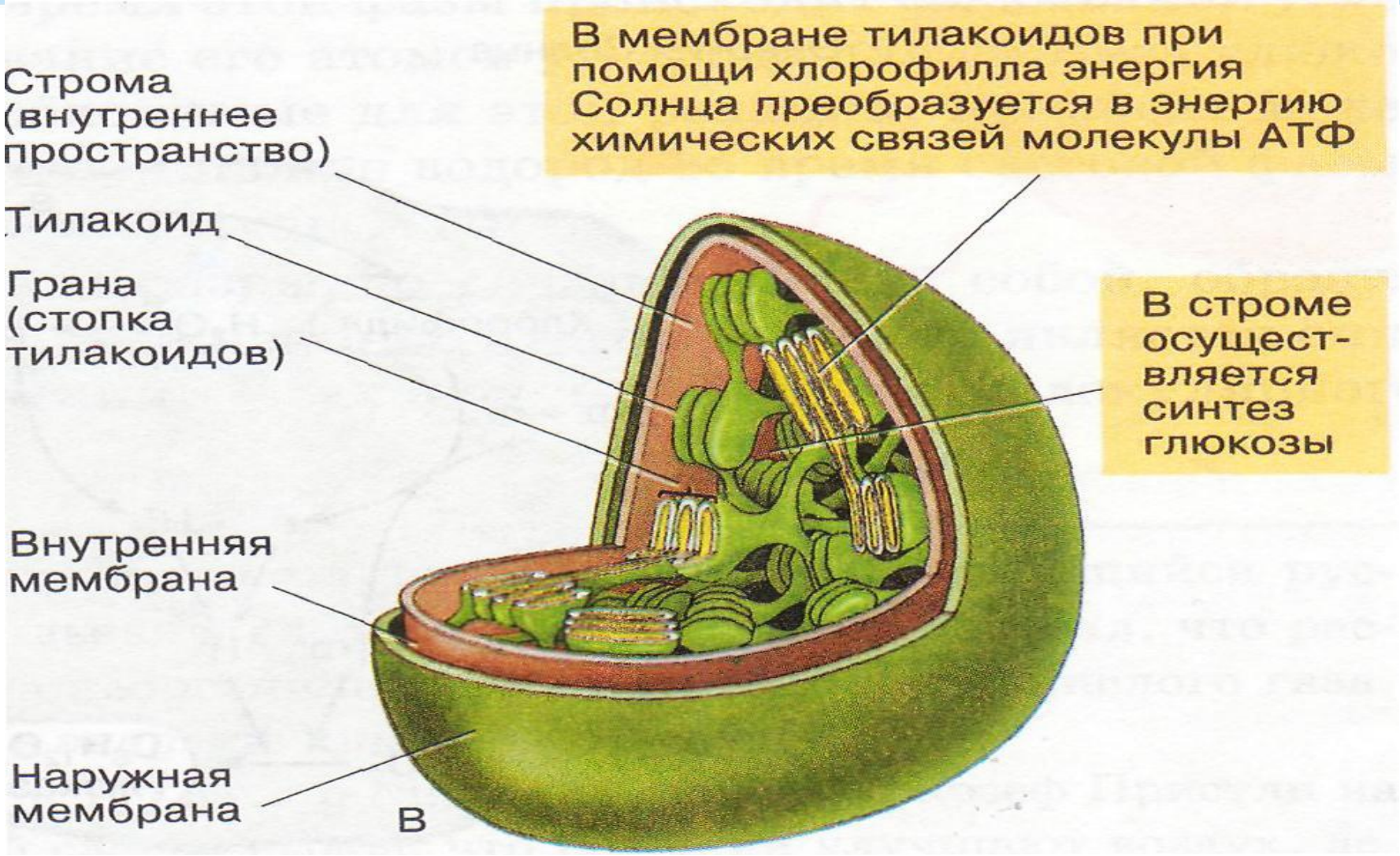
Фотосинтез осуществляется в специализированных органоидах:

- Высшие растения – в хлоропластах;
- Водоросли – в хроматофорах
- Цианобактерии – на тилакондах – впячиваниях клеточной мембраны

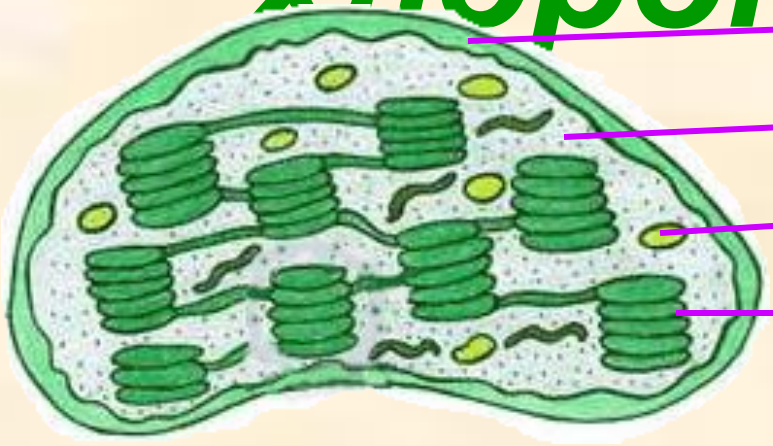
Приспособления листьев зеленых растений к фотосинтезу

- Плоская поверхность листовой пластинки, увеличивающая S для восприятия солнечного света;
- Прозрачная кожица листа.
- Листовая мозаика.

Схема строения хлоропластов



Строение хлоропласта

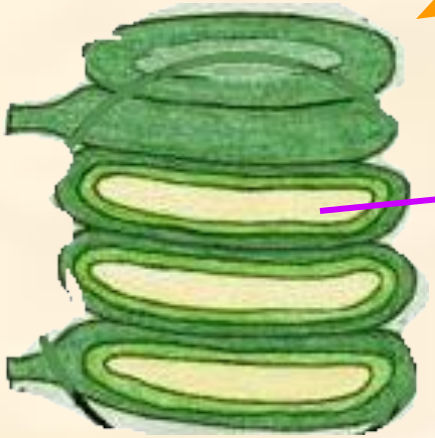


наружная мембрана

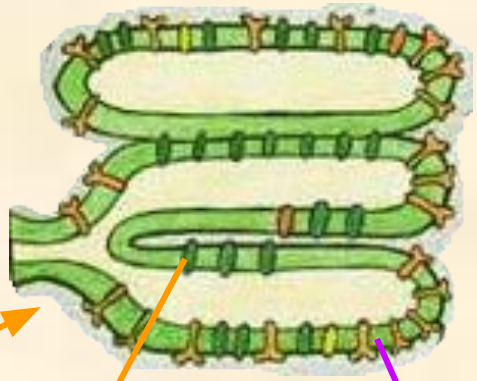
строма

зерна крахмала

грана



тилакоид

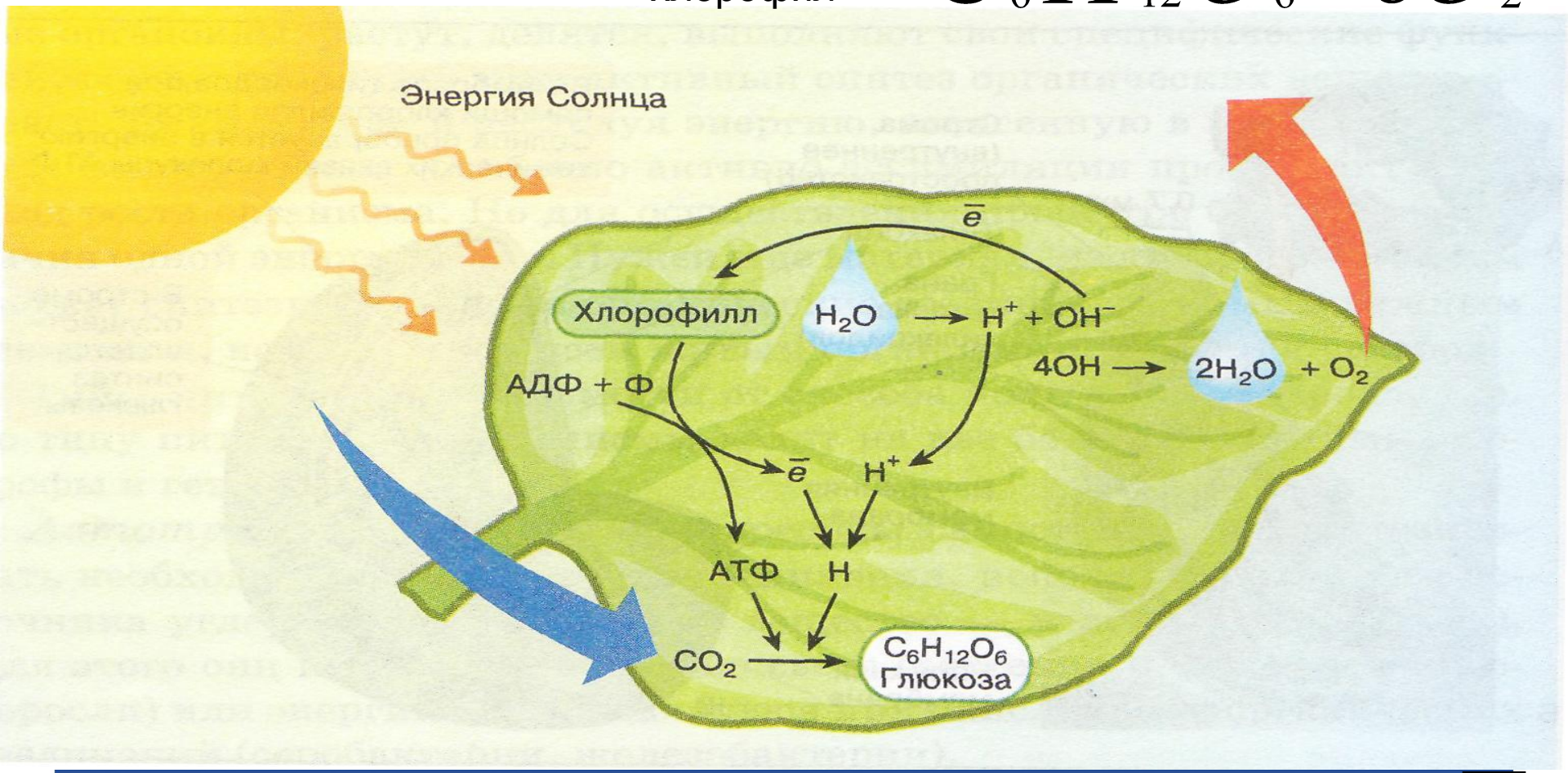


хлорофилл

внутренняя мембрана

Суммарное уравнение фотосинтеза

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{хлорофил}]{\text{Солнечный свет}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



Фазы фотосинтеза

e^-

НАДФ·Н

АДФ

АТФ

O_2

e^-

H^+

цикл Кальвина

$C_6H_{12}O_6$

крахмал

аминокислоты

и др.

H_2O

хлоропласт

CO_2

АТФ-аза

Световые реакции

e^-
+

хлорофилл

e^-

возбуждение молекулы хлорофилла

НАДФ·Н

АТФ

АДФ

O_2 e^- H^+

фотолиз воды

$2H_2O$

Световая фаза – фотохимическая происходит в гранах хлоропластов, за счет магнийорганического вещества – хлорофилла, поглощающие красные и синие лучи ВЧС, а зеленые отражающие, поэтому лист зеленого цвета.

$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$$

$$H^+ + e \longrightarrow H^0$$

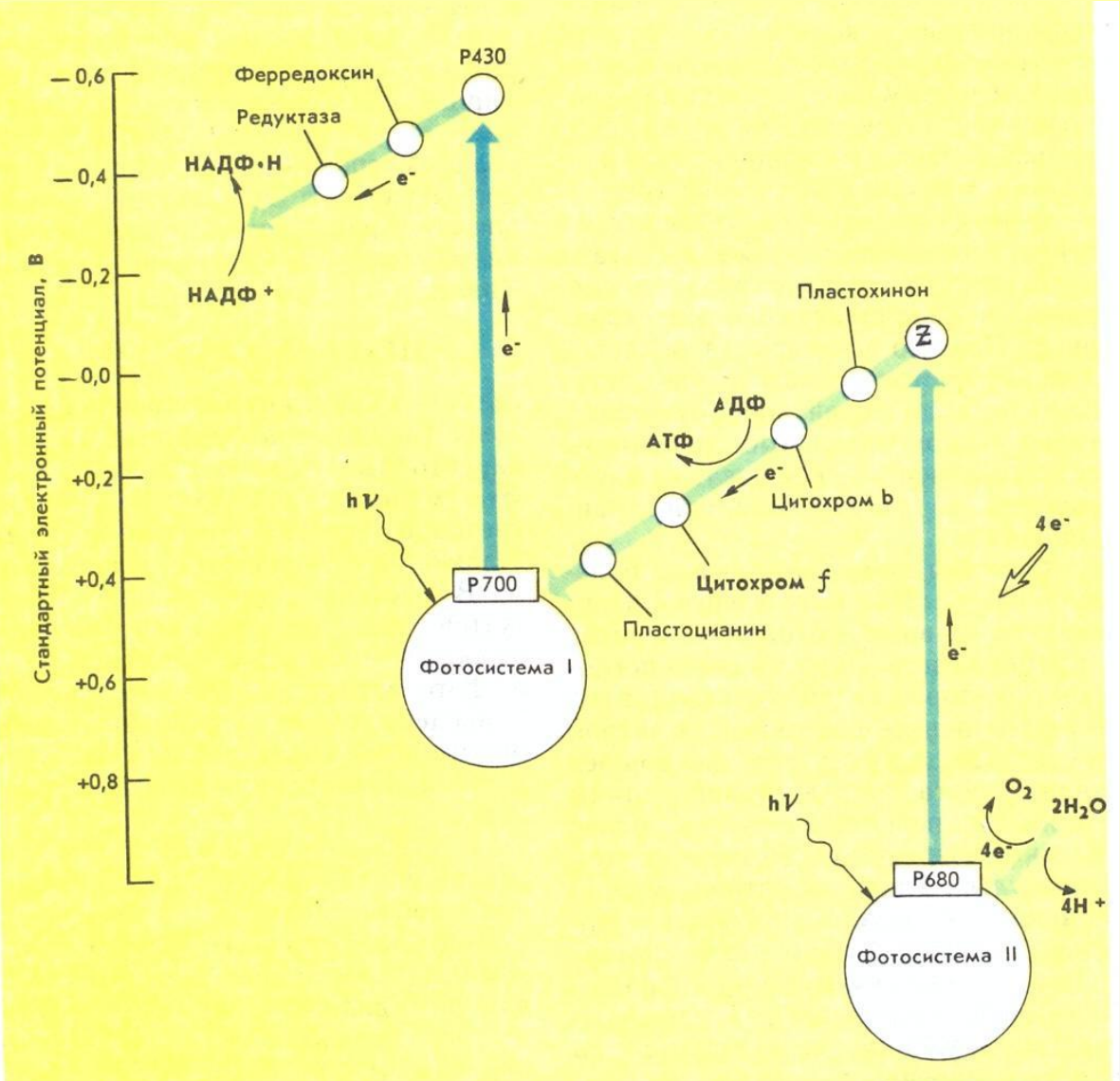
$$OH^- \longrightarrow e + OH^0$$

$$4OH^0 \longrightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$$

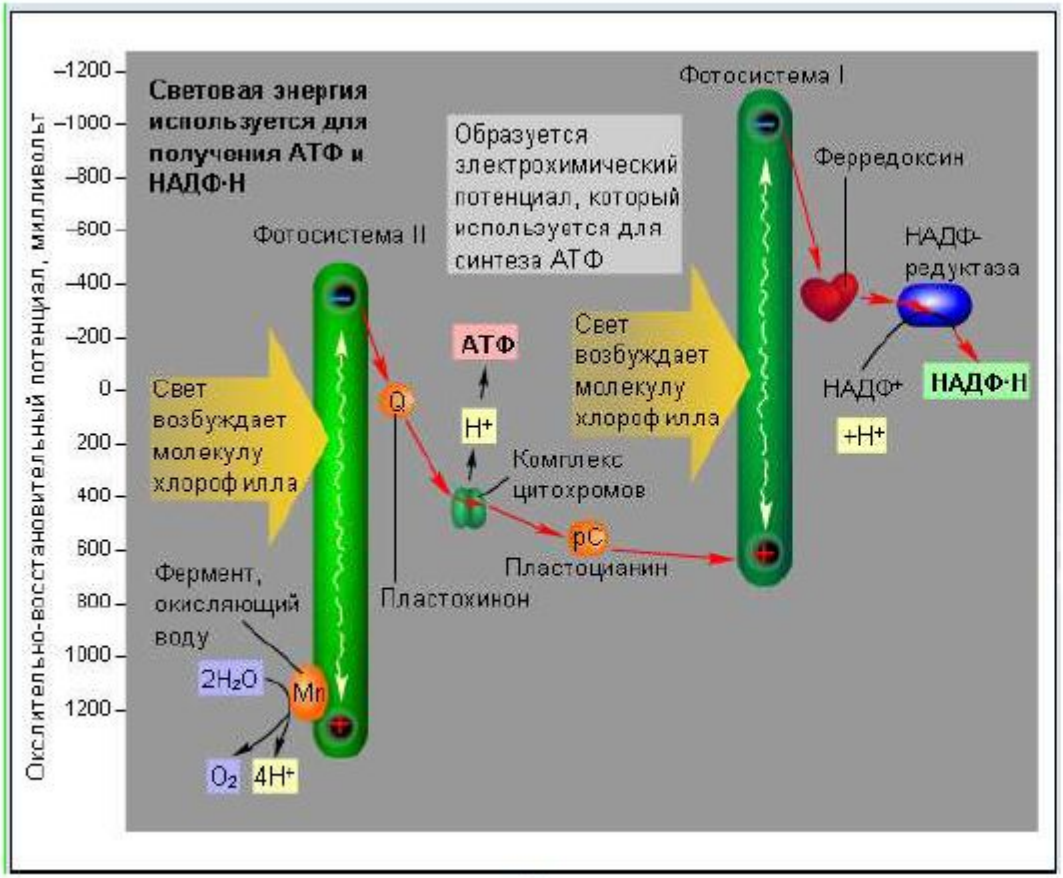
Световая фаза

- Под действием кванта света электроны хлорофилла возбуждаются, покидают молекулу и попадают на внешнюю сторону мембраны тилакоида, которая в итоге заряжается отрицательно. Окисленные молекулы хлорофилла восстанавливаются, разлагая воду, отбирая электроны у водорода воды с помощью особого фермента, связанного с фотосистемой-2. Кислород при этом удаляется во внешнюю среду, а протоны накапливаются в «протонном резервуаре». Когда разность потенциалов между наружной и внутренней сторонами мембраны тилакоида достигает 200 мВ, срабатывает фермент АТФ-синтетаза, протоны проталкивают через его канал, и происходит фосфорилирование АДФ до АТФ, а атомарный водород идет на восстановление специфического переносчика НАДФ+ до НАДФ*H_2.

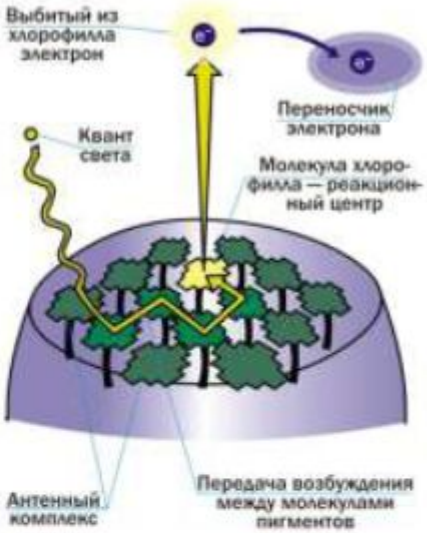
Схема процессов фотосинтеза



А. Фотосистемы Б. Фотопигменты – антенный комплекс и реакционный

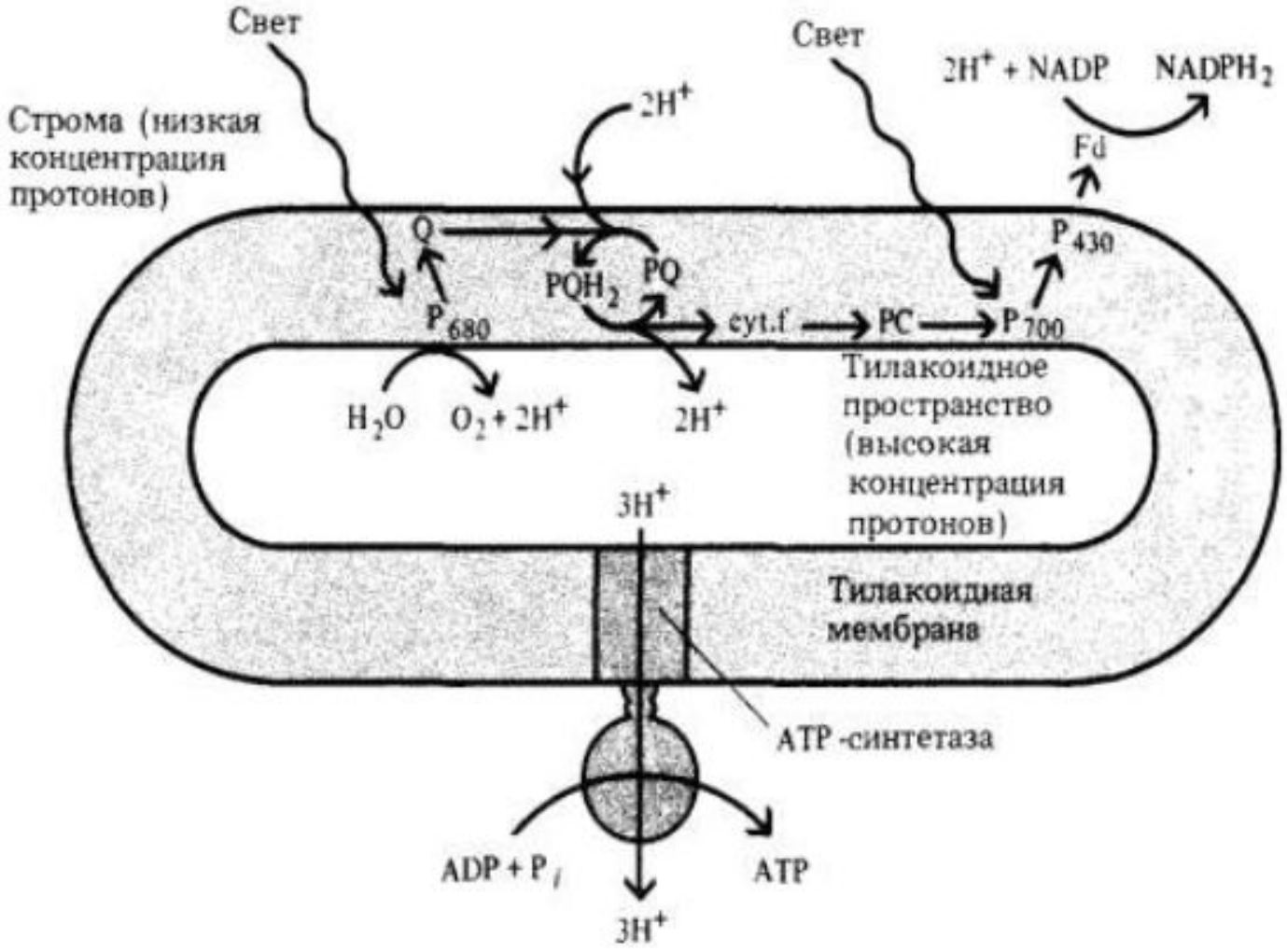


А



Б

Синтез АТФ


Свет
Свет
$2H^+ + NADP$
$NADPH_2$
$2H^+$
Строма (низкая концентрация протонов)
Fd
Q
P_{430}
POH_2
PQ
P_{680}
cyt.f
PC
P_{700}
Тилакоидное пространство (высокая концентрация протонов)
H_2O
$O_2 + 2H^+$
$2H^+$
$3H^+$
Тилакоидная мембрана
ATP -синтетаза
$ADP + P_i$
ATP
$3H^+$

Итоги световой фазы

- Фотолиз $H_2O \longrightarrow H^+ + OH^- \longrightarrow O_2$
- Восстановление $НАДФ^- + 2H^+$ НАДФ*H2
- Синтез АТФ: АДФ + Ф $\longrightarrow$ АТФ

Темновые реакции

НАДФ·Н

АТФ

цикл Кальвина

6

глюкоза

$C_6H_{12}O_6$

- *крахмал*
- *аминокислоты*
- *жиры и др.*

фиксация углерода

CO_2

Темновая фаза - ферментативная происходит в строме хлоропластов.

- В результате ряда ферментативных реакций из углекислого газа и воды образуется глюкоза. При этом используется энергия АТФ и водород, полученные в световую фазу.

Темновая фаза

- Фермент РиБФ-карбоксилаза катализирует реакцию карбоксилирования рибулозобифосфата с образованием 6-углеродного соединения. Затем происходит цикл реакций, в которых через ряд промежуточных продуктов происходит образование глюкозы. В этих реакциях используется энергия АТФ и НАДФ*H_2, образовавшихся в световую фазу, цикл этих реакций получил название «Цикл Кальвина».
- Кроме глюкозы в процессе фотосинтеза образуются мономеры сложных органических соединений – аминокислоты, глицерин и жирные кислоты, нуклеотиды.

Продуктивность фотосинтеза

$S = 1\ м^2$

$t = 1$ час

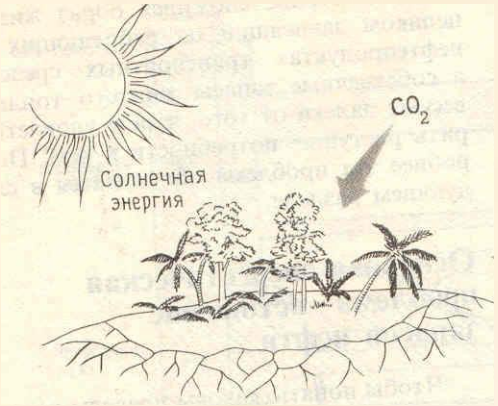
$m = 1$ г органических веществ

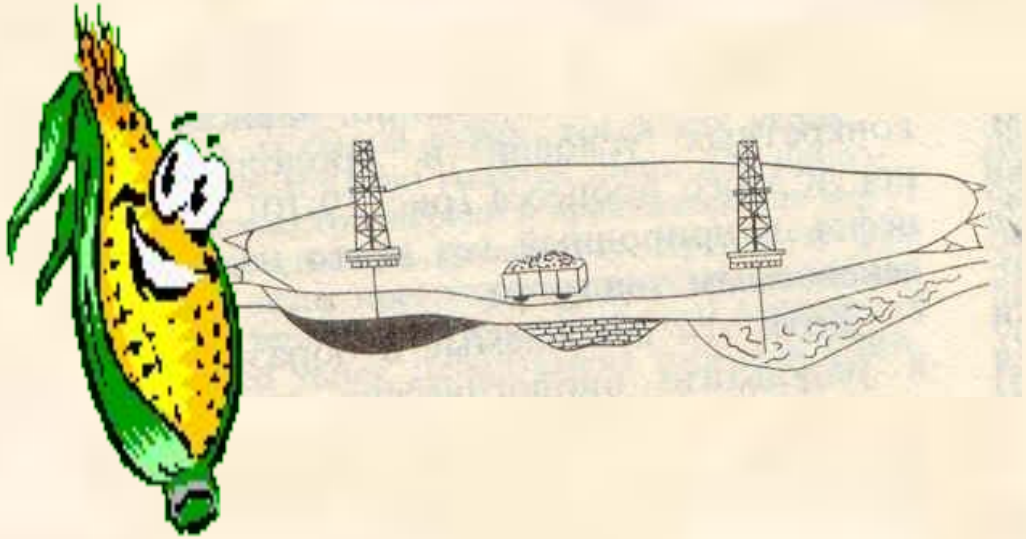
Растительность Земли:

$4 \cdot 10^7$ т органических веществ в год

Значение фотосинтеза

- *Создан и поддерживается запас кислорода в атмосфере*
- *Создание биомассы Земли*
- *Создан «ископаемый солнечный свет» (запасы нефти, угля)*





Опыт Д. Пристли

Что еще необходимо для того, чтобы мышь осталась жива?

Хемосинтез

Хемосинтез - ферментативный процесс синтеза органических соединений, в котором используется энергия реакций окисления неорганических соединений.

хемосинтезирующие бактерии не содержат хлорофилла

Хемосинтез

Серобактерии

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S + 272 \text{ кДж}$$

$$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 + 636 \text{ кДж}$$

Схема процесса:

$$H_2S^{-2} \rightarrow S^0 \rightarrow (S^{+4}O_3)^{-2} \rightarrow (S^{+6}O_4)^{-2}$$

Хемосинтез

Нитрифицирующие бактерии

$$2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2HNO_2 + 2H_2O + 662\ кДж$$

$$2HNO_2 + O_2 \leftrightarrow 2HNO_3 + 101\ кДж$$

Схема процесса:

$$N^{-3}H_3 \rightarrow (N^{+3}O_2)^{-1} \rightarrow (N^{+5}O_3)^{-1}$$

Хемосинтез

Железобактерии

$$4FeCO_3 + O_2 + 6H_2O \rightarrow$$
$$4Fe(OH)_3 + 4CO_2 + 324 \text{ кДж}$$

Схема процесса:

$$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$$

Хемосинтез

Бактерии окисляющие водород

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 235\ кДж$$

Схема процесса:

$$H_2^{0} \rightarrow H_2^{+1}O$$

Значение хемосинтеза

Экологическая роль хемосинтеза

Благодаря хемосинтезу бактерии активно участвуют в экологических процессах:

Нитрифицирующие бактерии участвуют в круговороте азота в биосфере;

Серобактерии, образуя серную кислоту способствуют постепенному разрушению и выветриванию горных пород, разрушению каменных и металлических сооружений;

выщелачивают руды и серные месторождения;

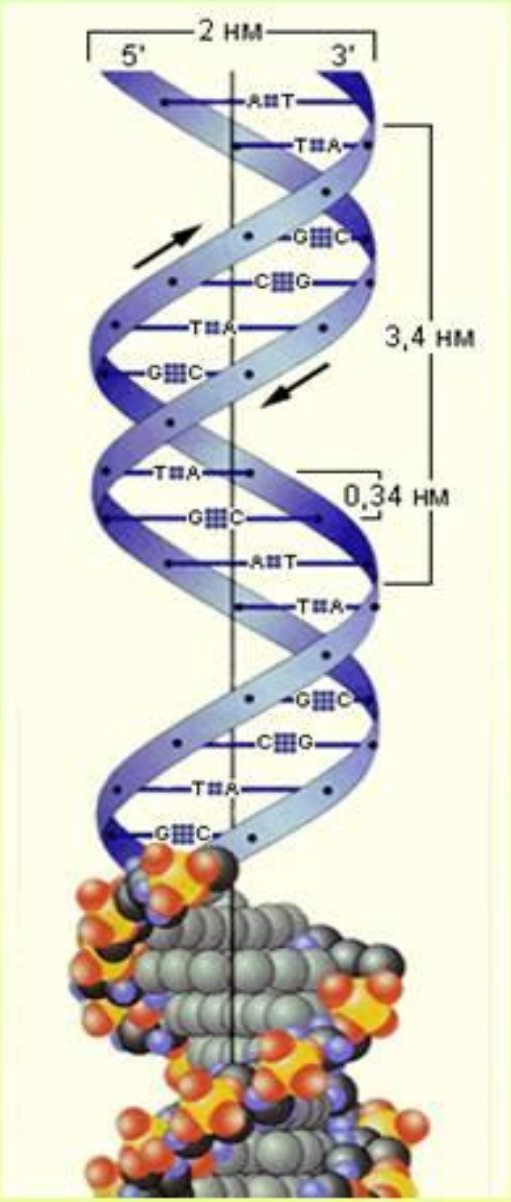
Водородные бактерии участвуют в окислении водорода, накапливающегося в результате жизнедеятельности некоторых микроорганизмов, в природных условиях

Значение хемосинтеза

Значение хемосинтеза в жизнедеятельности человека

- Нитрифицирующие бактерии участвуют в почвообразовательном процессе, их жизнедеятельность способствует повышению урожайности с/х культур;
- Серобактерии, окисляющие серу до сульфатов, участвуют в очищении промышленных сточных вод;
- Скопления выделяющегося в результате деятельности железобактерий $Fe(OH)_3$, образуют болотную железную руду;
- Водородные бактерии используются для получения пищевого и кормового белка; также для регенерации атмосферы в замкнутых системах жизнеобеспечения (например, система «Оазис-2», которая была испытана на космическом корабле «Союз-3»).

Синтез белка



ДНК

- Двухцепочечная правозакрученная спираль
- Цепи разнонаправленные 3 и 5 минут
- Диаметр 2 нм
- Биополимер, мономерами являются нуклеотиды
- Шаг спирали 3,4 нм
- Каждый виток спирали 10 пар нуклеотидов, каждый нуклеотид 0,34 нм по длине в цепи ДНК
- Расположена в ядре, хлоропластах, митохондриях

- Матричный процесс – процесс копирования информации с шаблона или матрицы. К матричным процессам относятся: репликация, транскрипция, трансляция. Однонаправленная передача генетической информации называется центральной догмой молекулярной биологии.
- ДНК $\rightarrow$ РНК $\rightarrow$ белок

Генетический код

Нуклеотид					
1-й	2-й				3-й
	У	Ц	А	Г	
У	УУУ, УУЦ — Фенилаланин УУА, УУГ — Лейцин	УЦУ, УЦЦ, УЦА, УЦГ — Серин	УАУ, УАЦ — Тирозин УАА, УАГ — *стоп-кодоны*	УГУ, УГЦ — Цистеин УГА — *стоп-кодон* УГГ — Триптофан	У Ц А Г
Ц	ЦУУ, ЦУЦ, ЦУА, ЦУГ — Лейцин	ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ — Пролин	ЦАУ, ЦАЦ — Гистидин ЦАА, ЦАГ — Глютамин	ЦГУ, ЦГЦ, ЦГА, ЦГГ — Аргинин	У Ц А Г
А	АУУ, АУЦ, АУА — Изолейцин АУГ — Метионин *старт-кодон*	АЦУ, АЦЦ, АЦА, АЦГ — Треонин	ААУ, ААЦ — Аспарагин ААА, ААГ — Лизин	АГУ, АГЦ — Серин АГА, АГГ — Аргинин	У Ц А Г
Г	ГУУ, ГУЦ, ГУА, ГУГ — Валин	ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА, ГЦГ — Аланин	ГАУ, ГАЦ — Аспарагиновая кислота ГАА, ГАГ — Глутаминовая кислота	ГГУ, ГГЦ, ГГА, ГГГ — Глицин	У Ц А Г

Свойства генетического кода

1) **Код триплетен** – три стоящих подряд нуклеотида – «имя» одной аминокислоты;
2) **Код однозначен** – один триплет не может кодировать две разные аминокислоты;
3) **Код избыточен** – каждая аминокислота может определяться более чем одним триплетом(20 аминокислот – 64 триплета);
4) **Код неперекрывающийся** – любой нуклеотид может входить в состав только одного триплета;
5) **Полярность кода** – «знаки препинания» УАА, УАГ, УГА – обозначает прекрпщение синтеза полипептидной цепи;
6) **Код универсален** – код един для всех живущих на Земле.

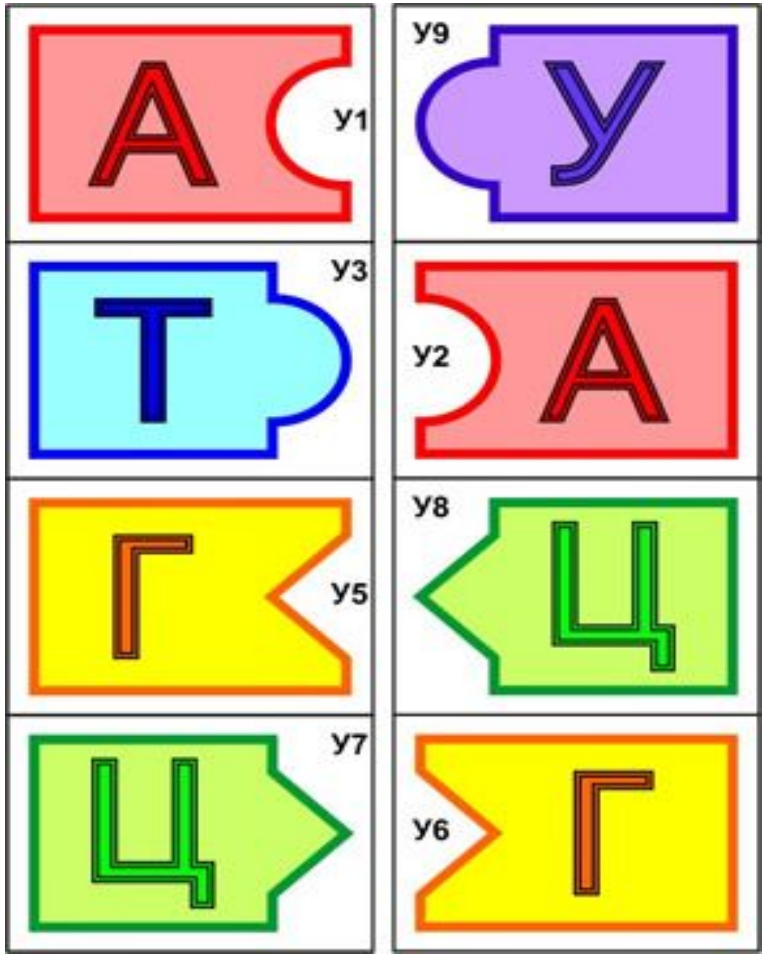
Биосинтез белка

БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

ТРАНСКРИПЦИЯ	ТРАНСЛЯЦИЯ
Процесс синтеза РНК.	Процесс синтеза белка.
В ядре клетки.	В цитоплазме клетки с помощью рибосом.

Транскрипция

Транскрипция (от лат. Transcription - переписывание) – считывание информации с ДНК на и - РНК



Транскрипция

ДНК **в ядре**

А-Т-А-Г-Ц-А-Т-Т-Г-Г-Ц-Т-Т-А-Т

Матрица Т-А-Т-Ц-Г-Т-А-А-Ц-Ц-Г-А-А-Т-А

и-РНК А-У-А-Г-Ц-А-У-У-Г-Г-Ц-У-У-А-У

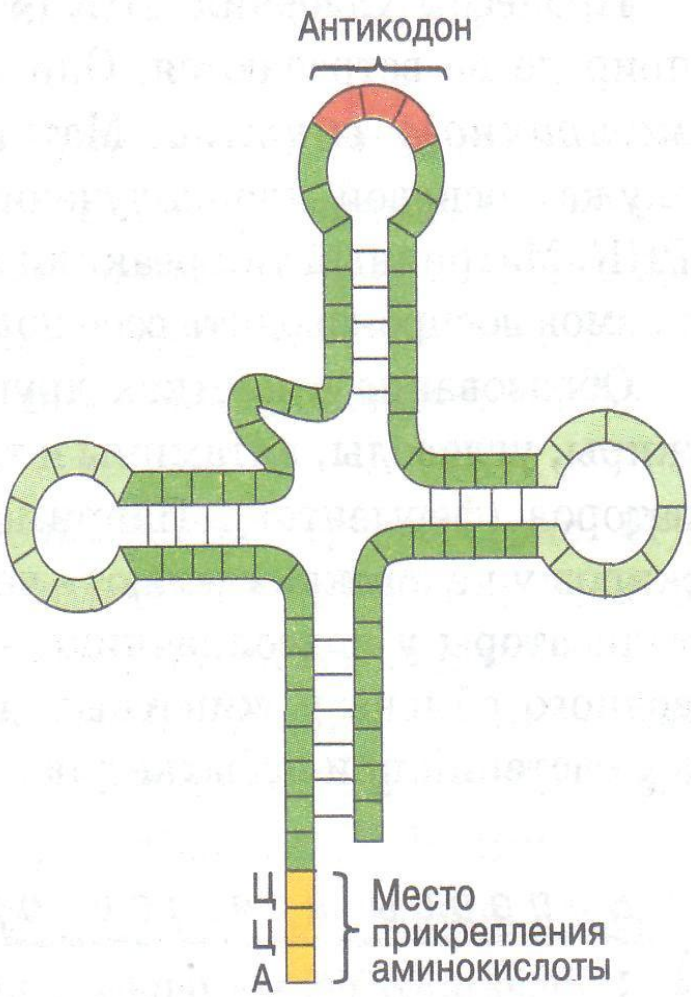
Принцип комплементарности сохраняется. Связи временные

Транспорт и-РНК в цитоплазму на ЭПС

Строение т - РНК

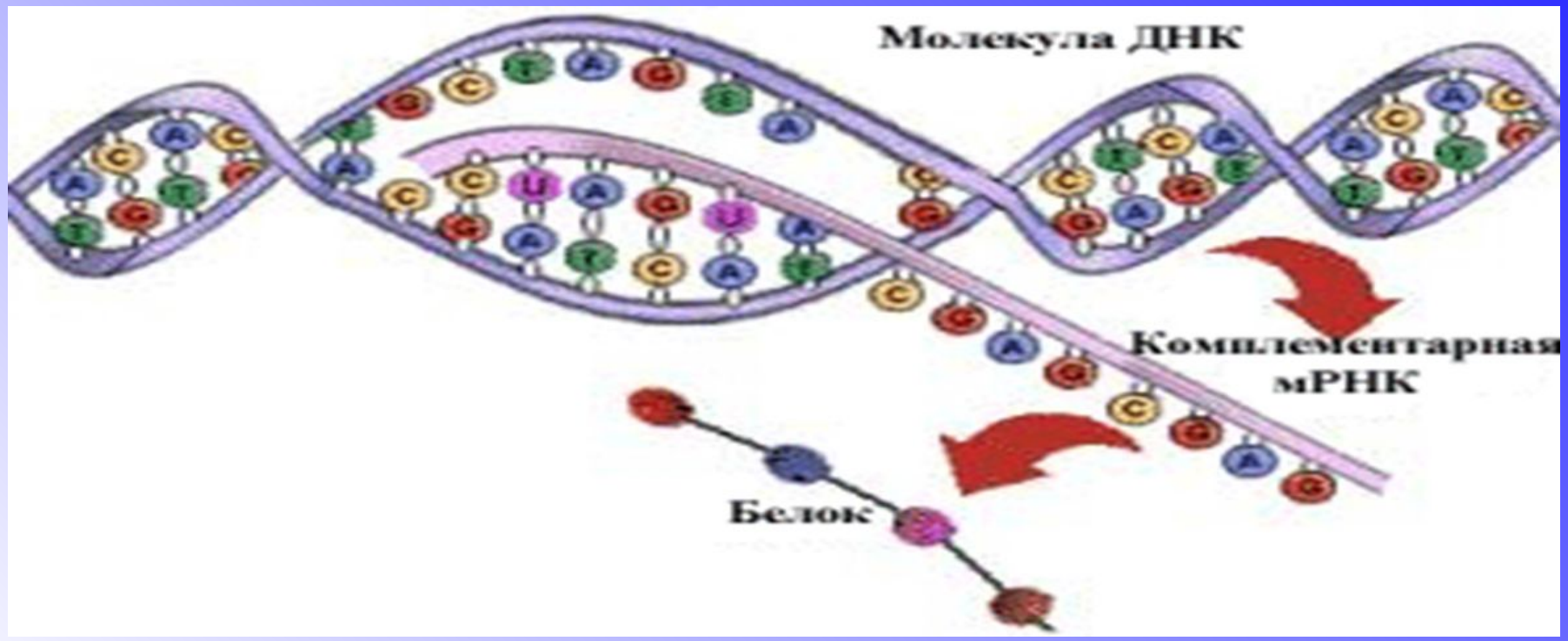
Транспортных РНК (тРНК) существует 61 вид – на каждый значимый триплет, кроме сигнальных . Они делятся на 20 видов – по количеству аминокислот.

У верхушки тРНК имеется кодовый триплет (антикодон) комплиментарный триплету РНК, который кодирует соответствующую аминокислоту. На противоположном конце тРНК имеется участок для захвата аминокислоты. Еще тРНК имеет петли из нуклеиновой кислоты, что делает ее похожей на на лист клевера



Этапы синтеза белка

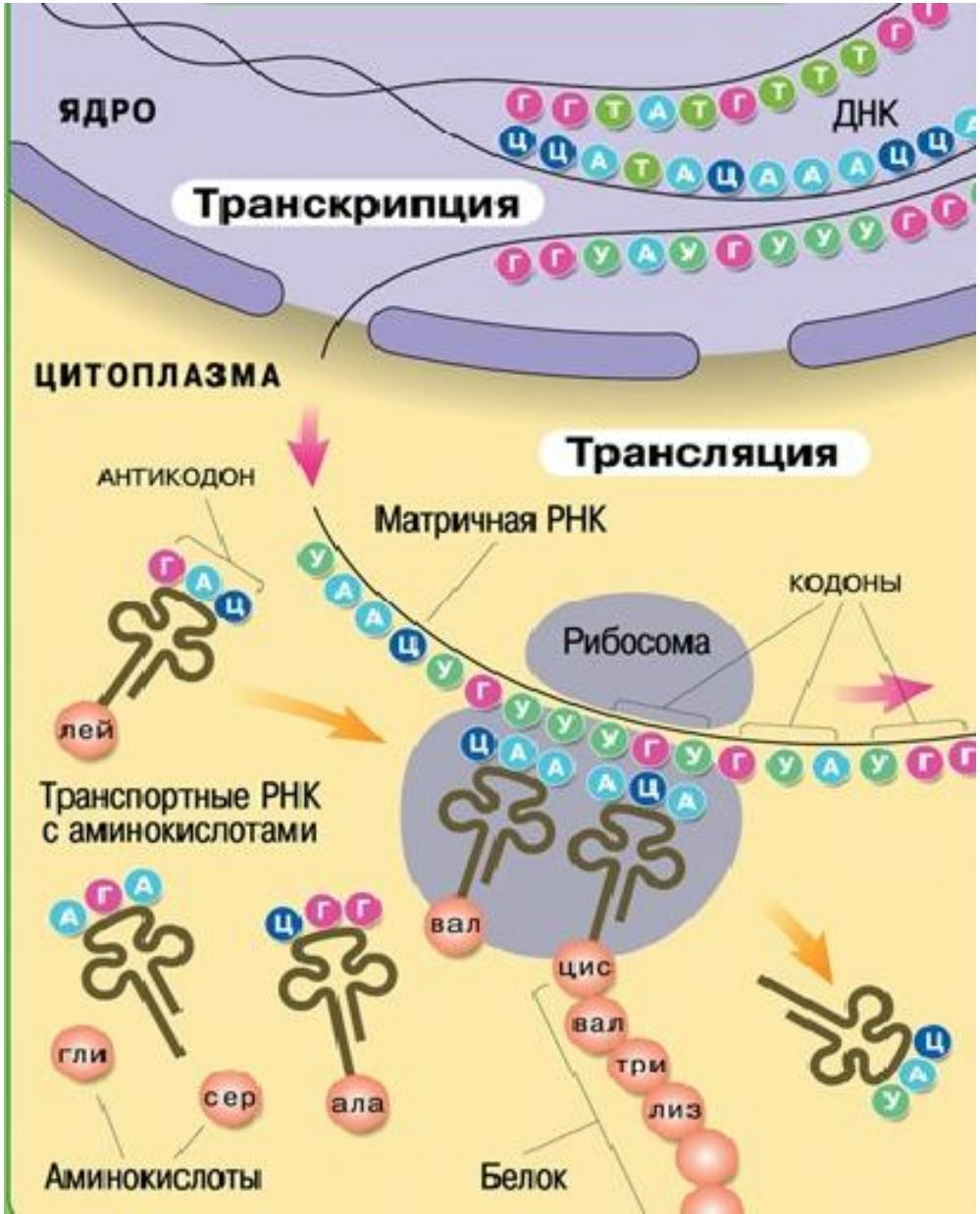
- **Транскрипция** – процесс синтеза молекулы и-РНК на молекуле ДНК, выступающей в роли матрицы.



Этапы синтеза белка

- **Процессинг** – процесс созревания молекулы и-РНК, сопровождающийся удаление интронов, участков, не несущих информацию о последовательности аминокислот в синтезируемом белке, и сращивание (сплайсингом) отстающихся фрагментов (экзонов, то есть кодирующих последовательностей).
- **Трансляция** – синтез полипептидных цепей белков по матрице И-РНК на рибосомах.

Биосинтез белка



В цитоплазме синтезируются белки для собственных нужд клетки, белки, синтезируемые на ЭПС, транспортируются по ее каналам в комплекс Гольджи и выводятся из клетки.

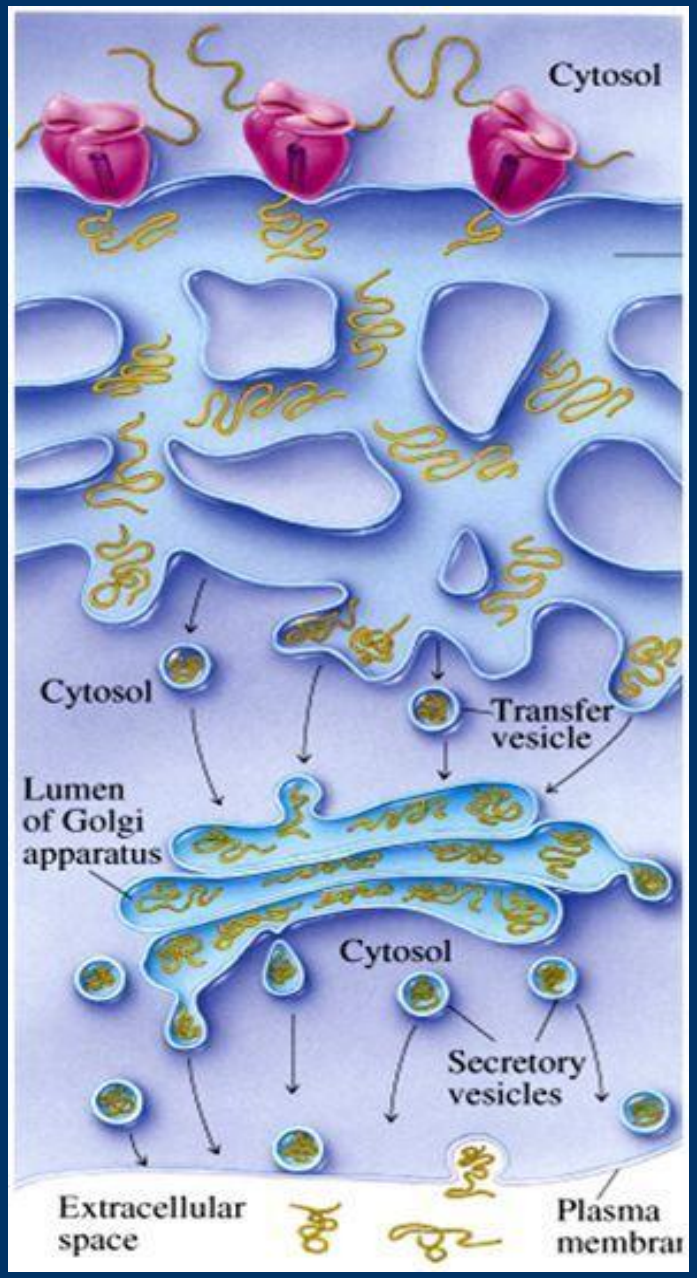


Схема последовательных этапов синтеза белков

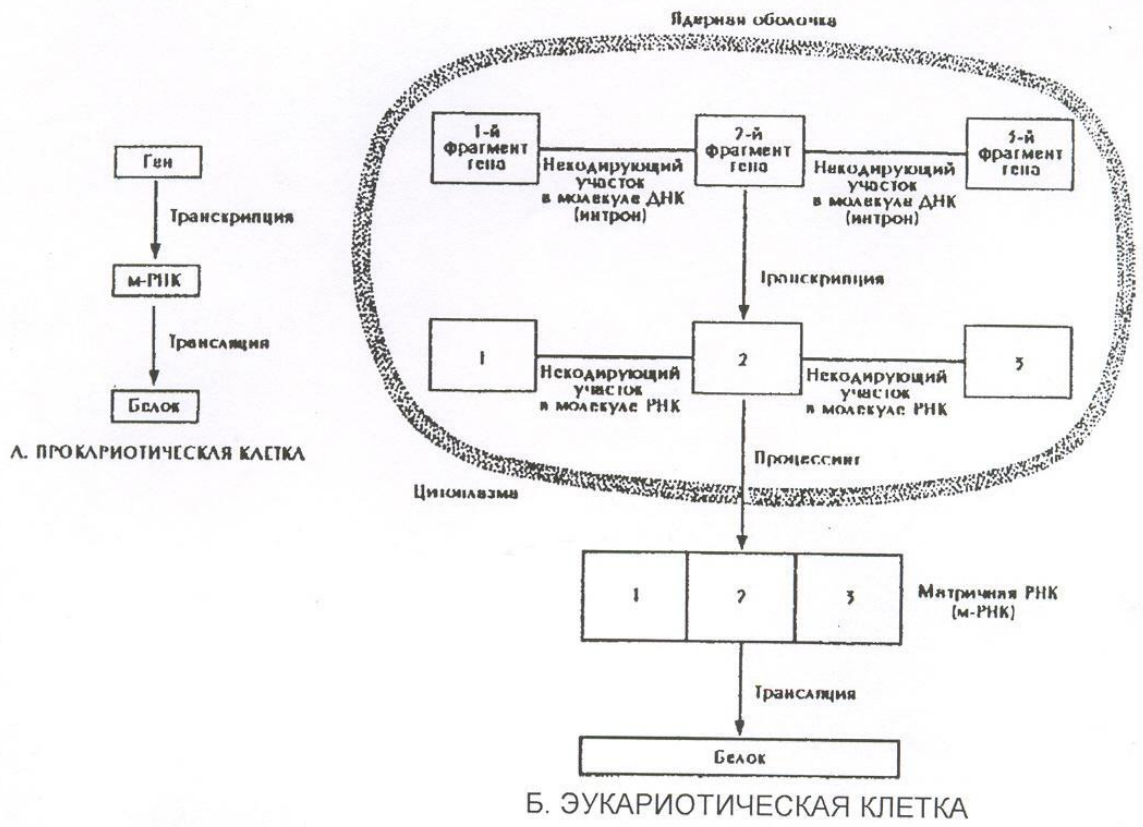
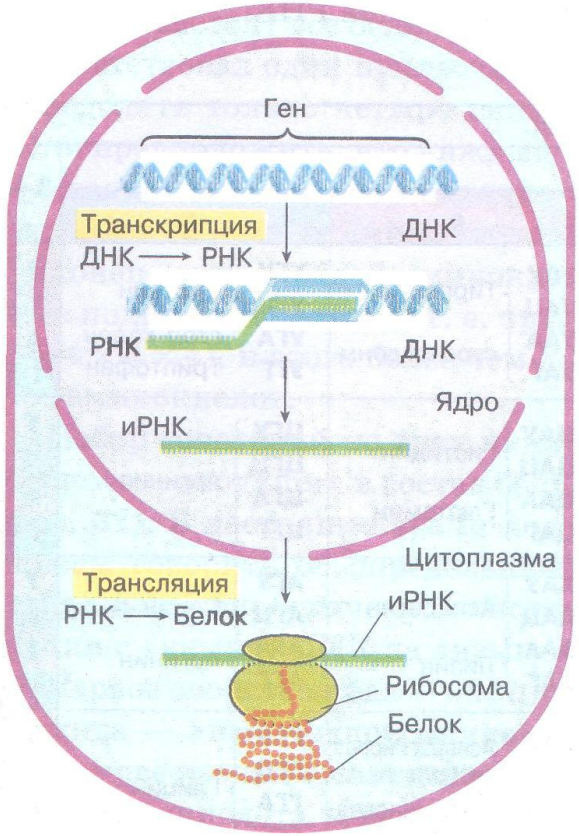
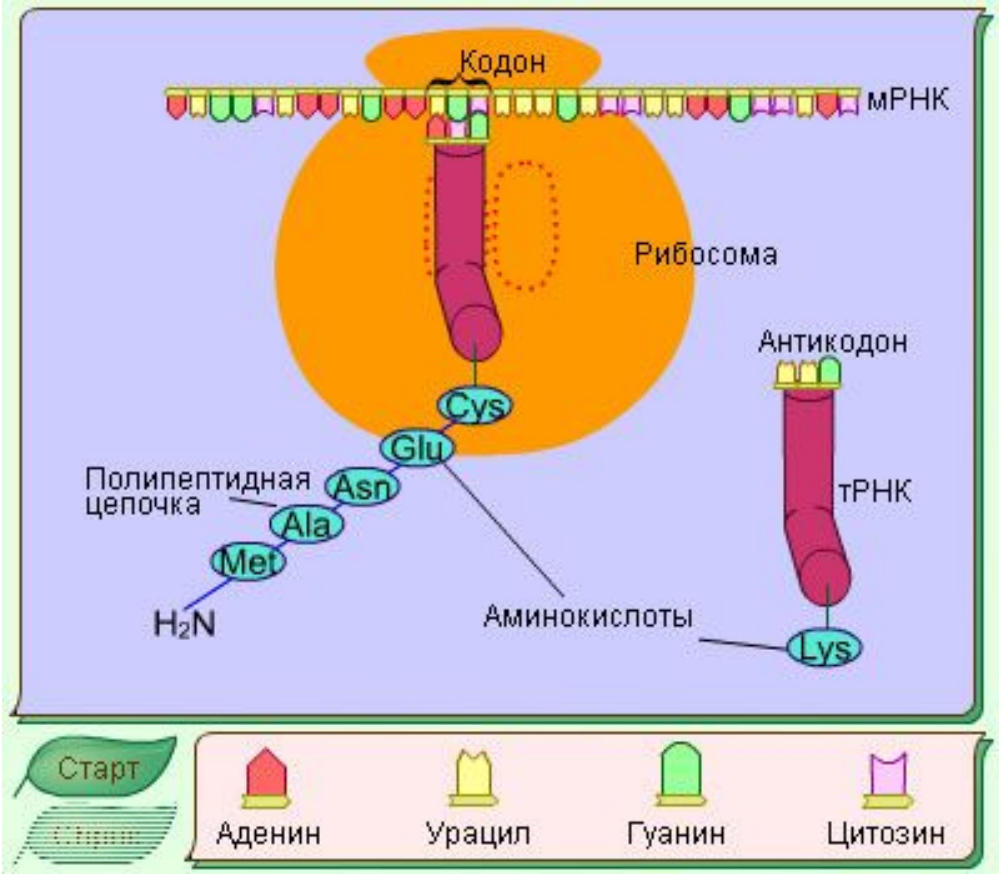


Рис. 67. Схема последовательных этапов синтеза белков. *А.* Экспрессия прокариотического (бактериального) гена: любой синтезируемый белковый продукт колинеарен кодирующим этот белок областям ДНК. *Б.* Экспрессия эукариотического гена: гены дискретны, ядерная оболочка отделяет ДНК от цитоплазмы.

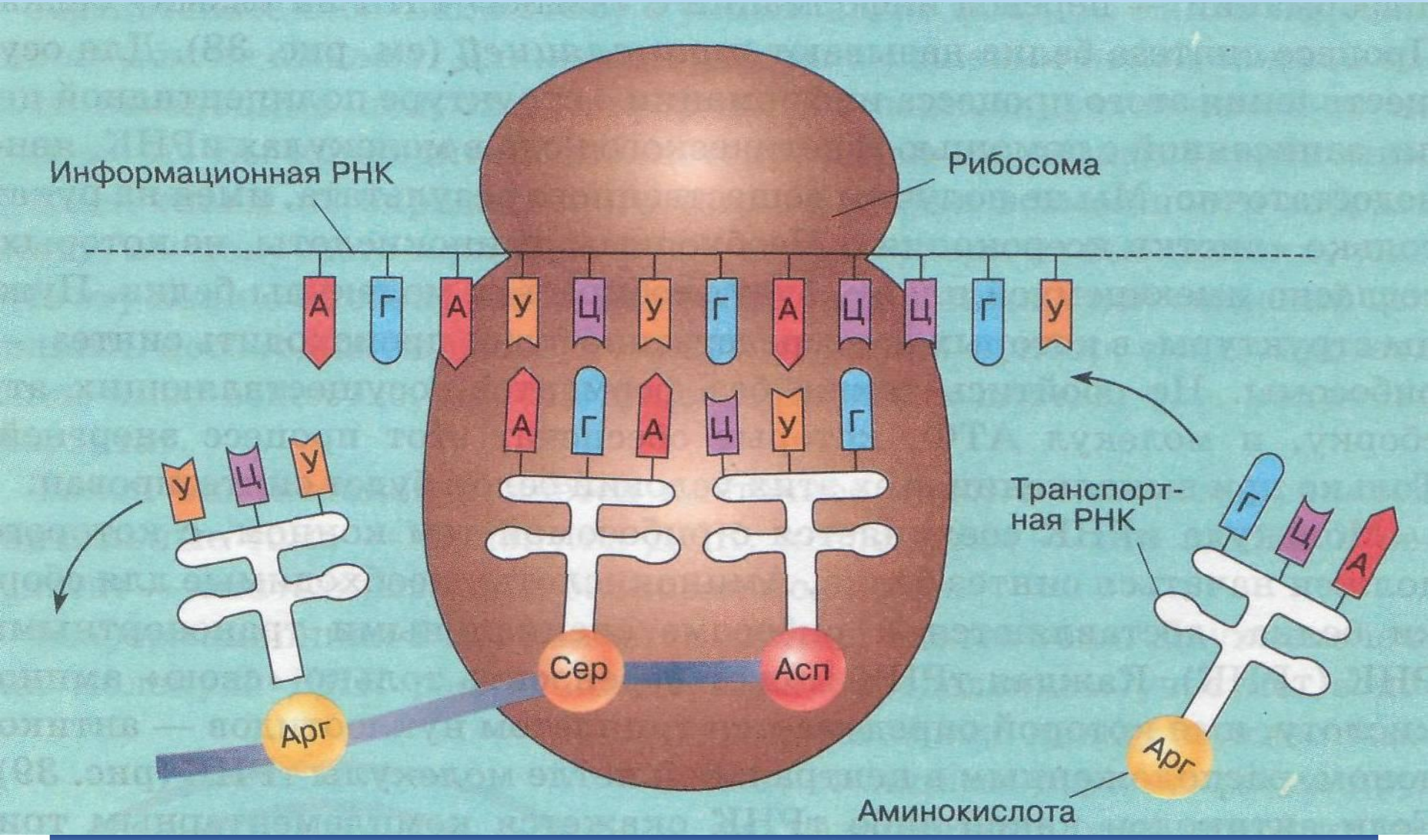
Трансляция

Трансляция (от лат. Ttanslation- передача) – синтез белковой молекулы на и - РНК





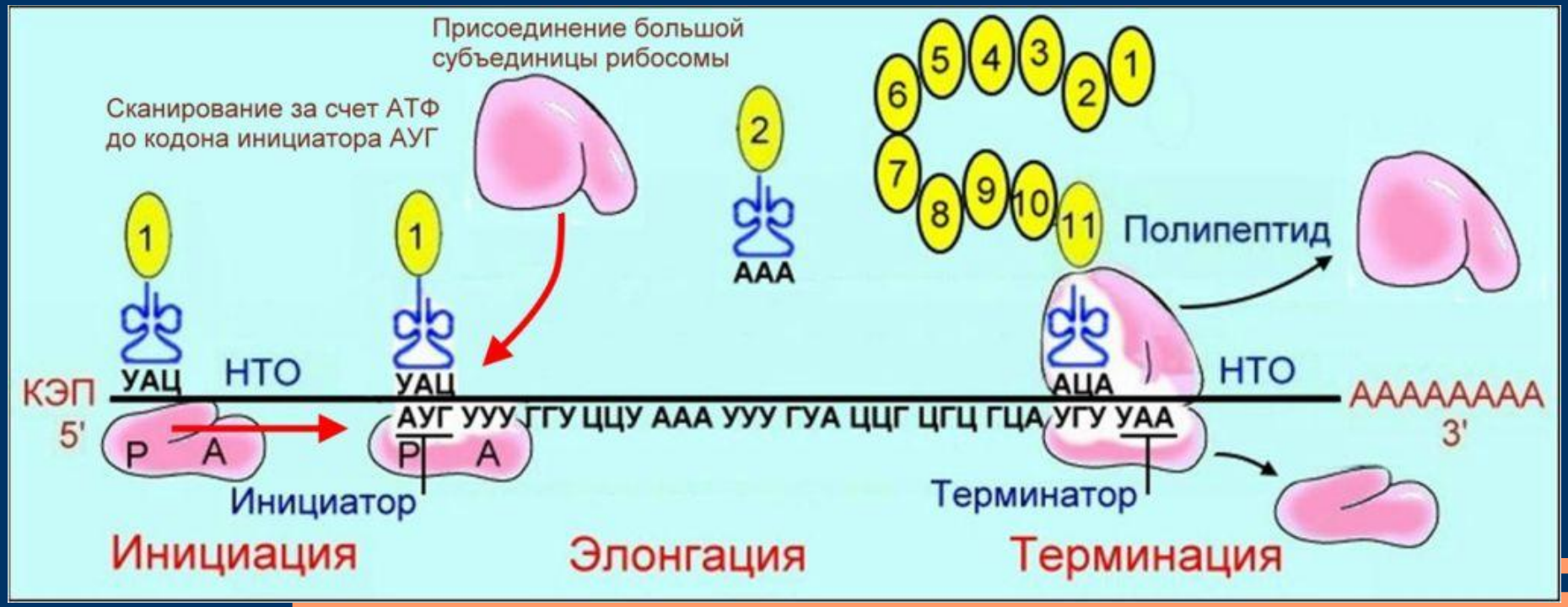
Трансляция


Информационная РНК
Рибосома
А Г А У Ц У Г А Ц Ц Г У
А Г А Ц У Г
У Ц У
Транспорт-
ная РНК
Г Ц А
Сер
Асп
Арг
Арг
Аминокислота

Трансляция

Различают три этапа трансляции

- *инициацию*
- *элонгацию*
- *терминацию*



Трансляция

Процесс биосинтеза белка. Первая стадия – инициация. Рибосома связывается со стартовым кодоном вблизи 5′-конца мРНК. Каждую аминокислоту доставляет тРНК, специфичная к данной аминокислоте. Вторая стадия – элонгация. Пептидильный участок рибосомы занимает тРНК, соединенная с соответствующей аминокислотой, взаимодействует своим антикодоном с кодоном мРНК, фиксированным на акцепторном участке. тРНК, несущая полипептидную цепь попадает в пептидильный участок рибосомы, в то время как следующий кодон мРНК попадает в акцепторный участок. Рибосома готова для вступления в следующий цикл элонгации. Когда один из стоп-кодонов (УАА, УАГ или УГА) попадает в А-участок, наступает терминация трансляции. Для стоп-кодонов нет соответствующих тРНК. Вместо этого с рибосомой связываются два белковых высвобождающих фактора.

Синтез белка у эукариот

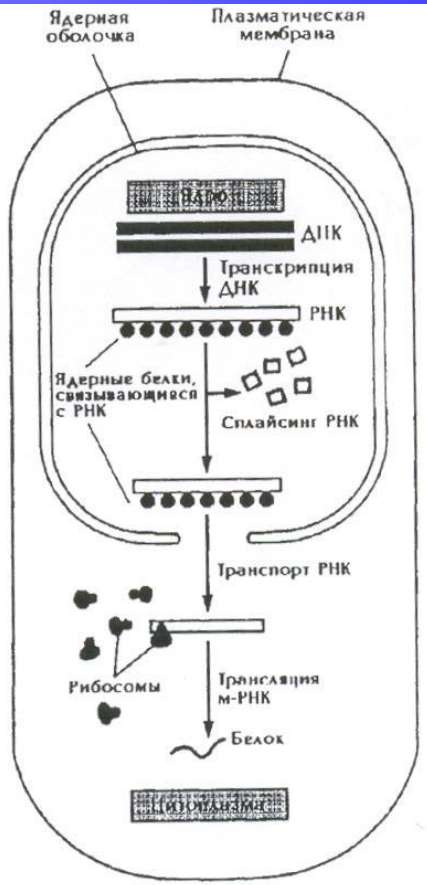


Рис. 69. Синтез белка у эукариот (ДНК -> РНК -> белок). Благодаря ядерной оболочке активные рибосомы отделены от ядра, в результате транскрипты и-РНК проходят процессинг до выхода из ядра в цитоплазму, где происходит трансляция. Таким образом, между транскрипцией ДНК и трансляцией м-РНК осуществляется процессинг и транспорт м-РНК.

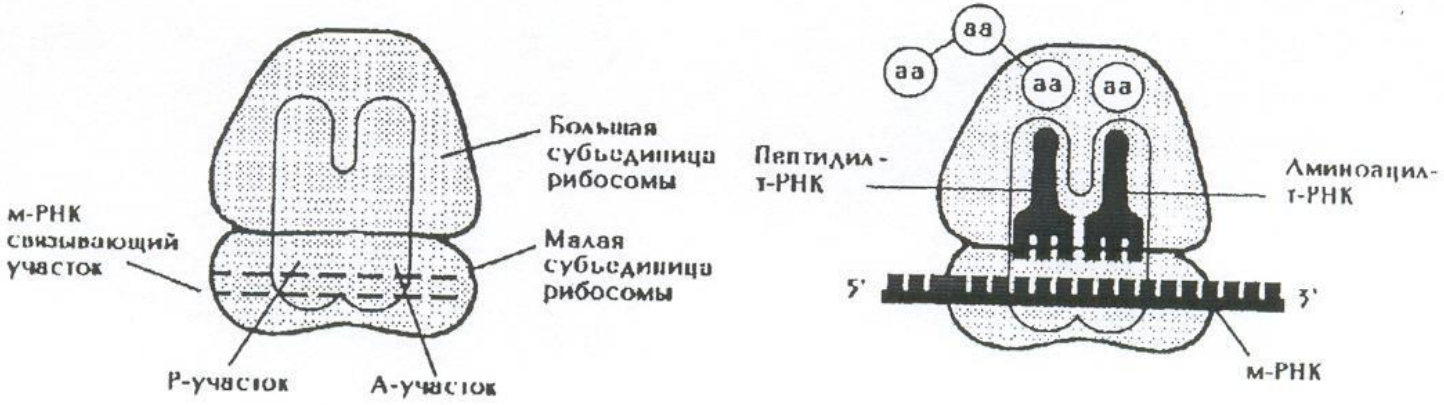


Рис. 70. Три главных участка связывания, в которых молекулы РНК присоединяются к рибосоме. Слева представлена ненагруженная рибосома, справа – нагруженная.

Фаза инициации в синтезе белка

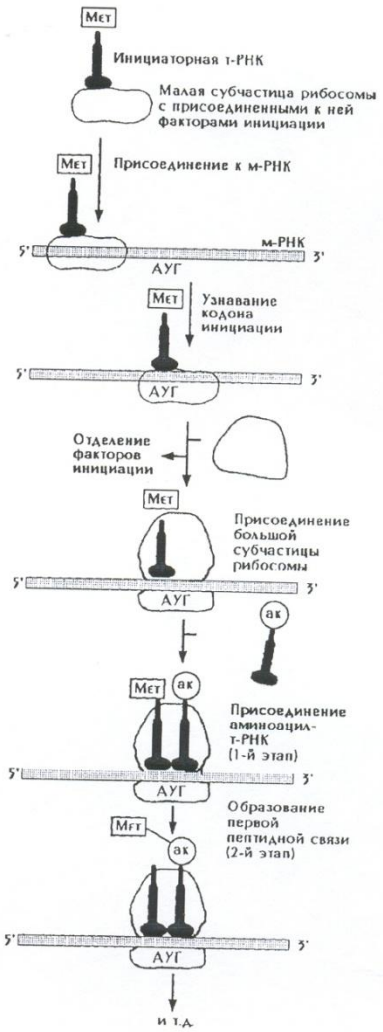
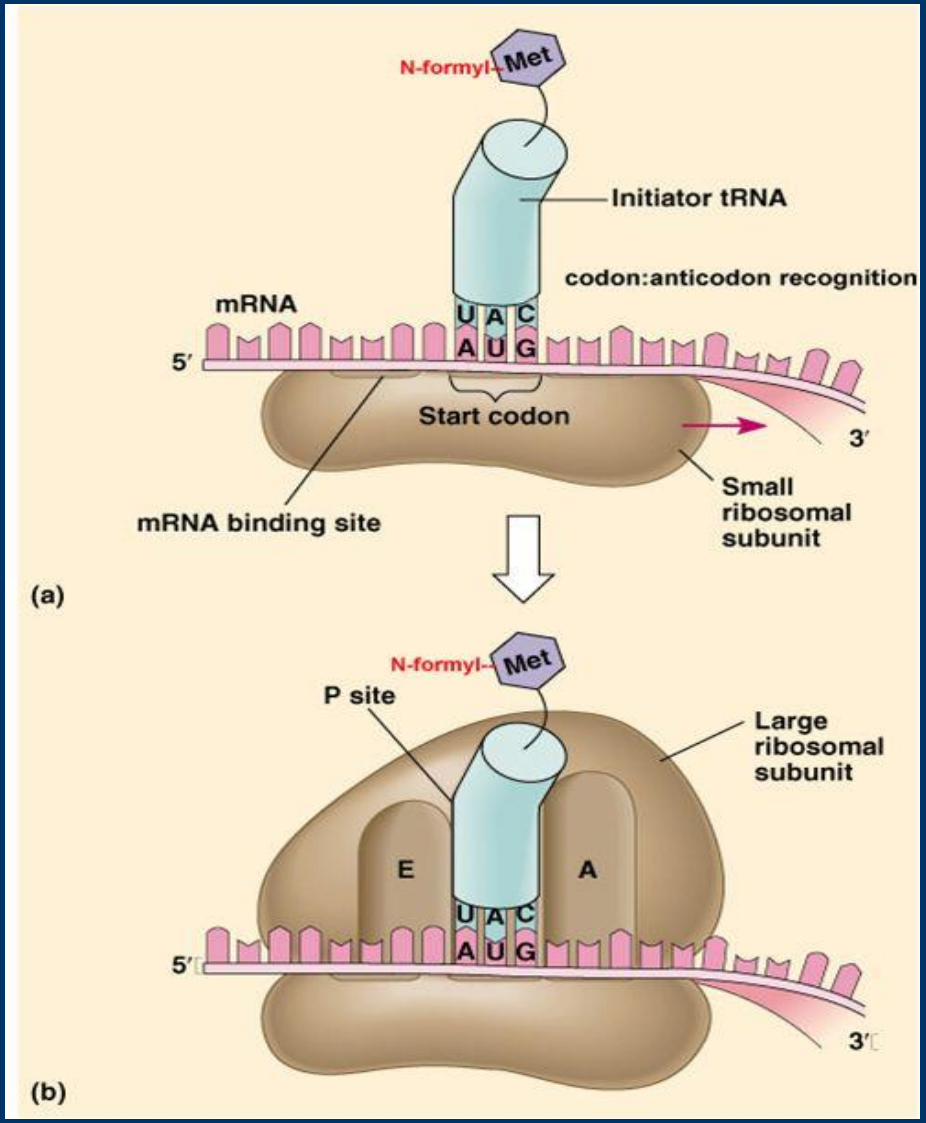


Рис. 71. Фаза инициации в синтезе белка. Здесь представлена последовательность событий, свойственная эукариотам, но очень сходный процесс протекает и у бактерий. Этапы 1 и 2 относятся к фазе элонгации.

Фаза инициации

- Происходит сборка всего комплекса, участвующего в синтезе молекулы белка.
- Последовательно объединяются м-РНК, малая субъединица рибосомы, первая т-РНК со своей аминокислотой, специальные ферменты (факторы инициации), большая субъединица рибосомы.

Инициация трансляции



Фаза элонгации

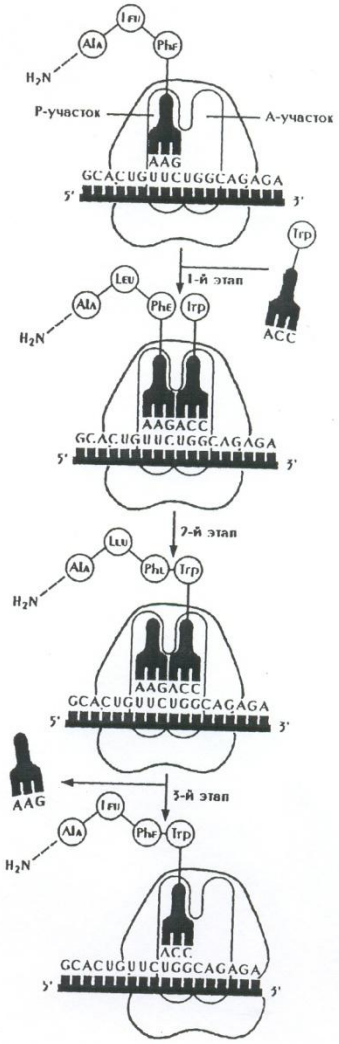
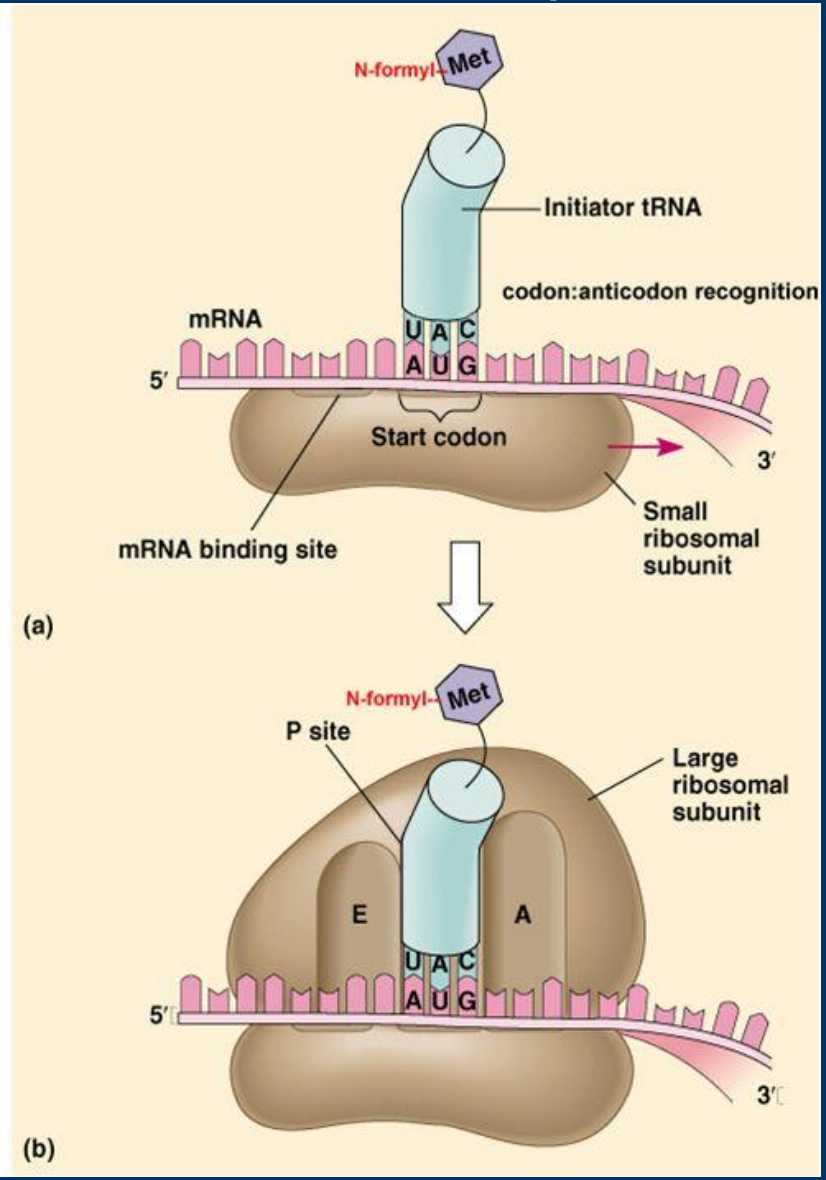


Рис. 72. Фаза элонгации в синтезе белка, протекающая на рибосоме. Представленный здесь трехэтапный цикл многократно повторяется во время синтеза белковой цепи. На первом этапе молекула аминоацил-т-РНК присоединяется к А-участку рибосомы. Второй этап характеризуется образованием новой пептидной связи, на третьем этапе рибосома продвигается вдоль цепи м-РНК на расстояние, соответствующее трем нуклеотидам, высвобождая предыдущую молекулу т-РНК, т.е. устанавливается в таком положении, чтобы цикл мог повториться сначала.

Фаза элонгации

- В рибосоме имеются два участка для связывания двух молекул т-РНК. В одном участке, пептидильном, уже находится первая т-РНК с метионином. Во второй участок рибосомы – аминоацильный – поступает вторая т-РНК и присоединяется к своему кодону. Между метионином и второй аминокислотой образуется пептидная связь.
- Вторая т-РНК перемещается вместе со своим кодоном м-РНК в пептидильный центр.
- Т-РНК, доставившая метионин, возвращается в цитоплазму. Аминоацильный центр освобождается. В него поступает новая т-РНК со своей аминокислотой, защифрованной очередным кодоном. Между третьей и второй аминокислотами образуется пептидная связь, и третья т-РНК вместе с кодоном м-РНК вновь перемещаетсяв пептидильный центр. Таким образом, в растущей белковой молекуле аминокислоты оказываются соединенными в той последовательности, в которой расположены шифрующие их кодоны в м-РНК.
- Процесс элонгации продолжается до тех пор, пока в рибосому не попадет один из трех кодонов, не кодирующих аминокислоты. Это триплеты терминации: УАА, УГА, УАГ.

Элонгация


N-formyl-Met
Initiator tRNA
codon:anticodon recognition
mRNA
U A C
A U G
5′
Start codon
3′
mRNA binding site
Small ribosomal subunit
(a)
N-formyl-Met
P site
Large ribosomal subunit
E
A
U A C
A U G
5′
3′
(b)

Пептидилтрансферазный центр большой субъединицы катализирует образование пептидной связи между метионином и второй аминокислотой. Отдельного фермента, катализирующего образование пептидных связей, не существует.

После образования пептидной связи, рибосома передвигается на следующий кодовый триплет и-РНК, метиониновая т-РНК отсоединяется от метионина и выталкивается в цитоплазму.

В А-участок заходит третья тРНК, и образуется пептидная связь между второй и третьей аминокислотами.

Терминация

Скорость передвижения рибосомы по и-РНК - 5–6 триплетов в секунду, на синтез белковой молекулы, состоящей из сотен аминокислотных остатков, клетке требуется несколько минут.

Фаза терминации

- Завершение синтеза белковой молекулы.
- К рибосоме присоединяется специальный фактор терминации, который способствует разъединению субъединиц рибосомы и освобождению синтезированной молекулы белка.

Фаза терминации

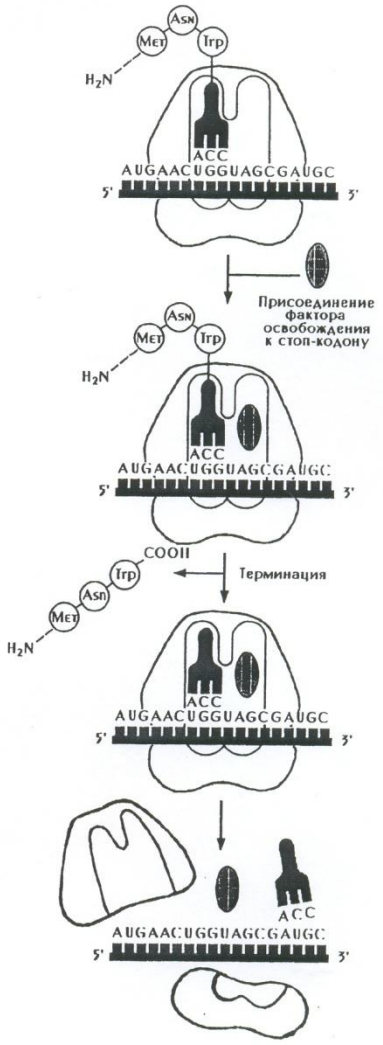
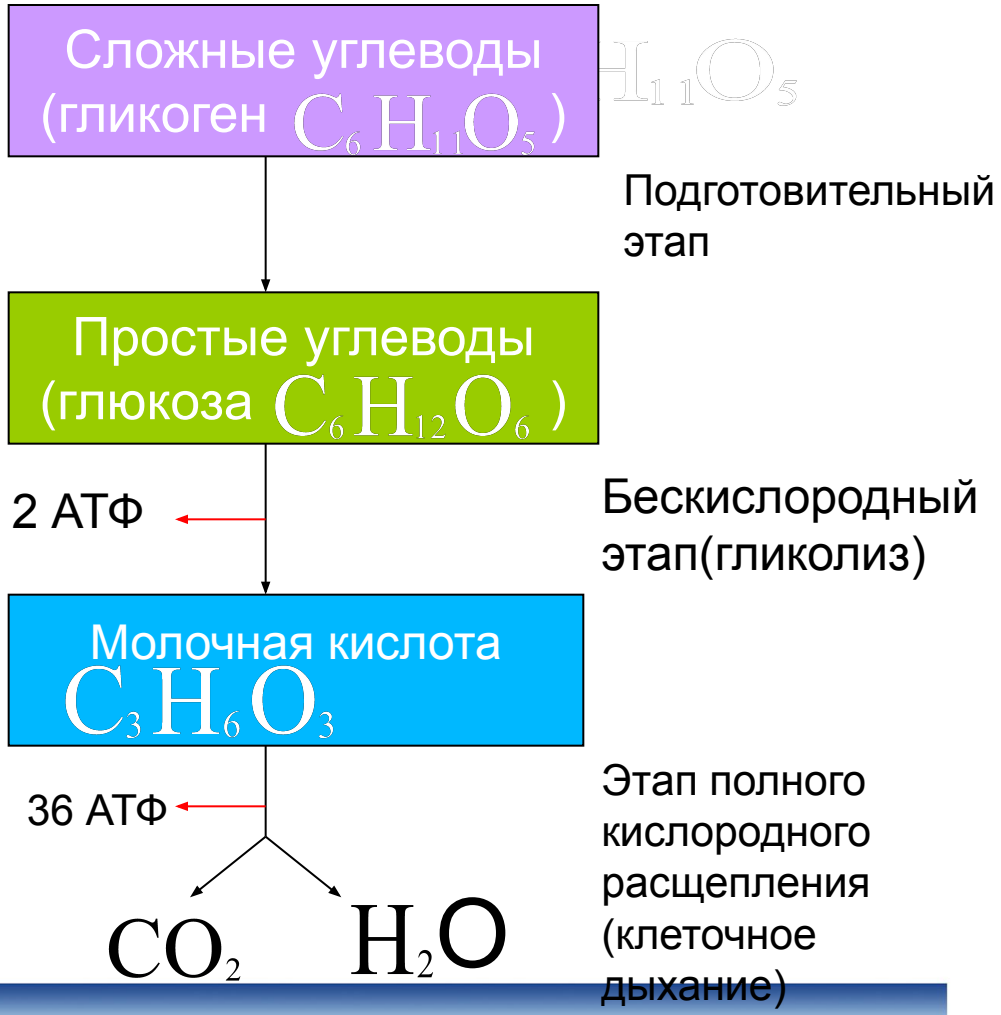


Рис. 73. Последняя фаза синтеза белка (терминация). Присоединение фактора освобождения к стоп-кодону прекращает трансляцию, завершенный полипептид освобождается, а рибосома распадается на две отдельные субъединицы.

Первым белком, синтезированным искусственно, был инсулин, состоящий из 51 аминокислотного остатка. Потребовалось провести 5000 операций, в работе принимали участие 10 человек в течение трех лет.

Этапы энергетического обмена

1. Подготовительный
2. Бескислородный
3. Кислородное расщепление



Подготовительный этап

Этап протекает:

1) в желудочно-кишечном тракте;
2) в мезосомах;

Белки → Аминокислоты

Липиды → Глицерин + жирные кислоты

Углеводы → Глюкоза

Бескислородный этап

Гликолиз – процесс расщепления углеводов в отсутствии кислорода под действием ферментов

(от греч. glucos- сладкий и lysis - расщепление)

Гликолиз:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O$$

Бескислородный этап

Глюкоза

↓

Глюкозо-6-фосфат

↓

2 АТФ **. . .**

↓

Пировиноградная кислота (ПВК)

Глюкоза → Пировиноградная кислота + 2 АТФ

↓

Молочная кислота

$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \longrightarrow 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O$

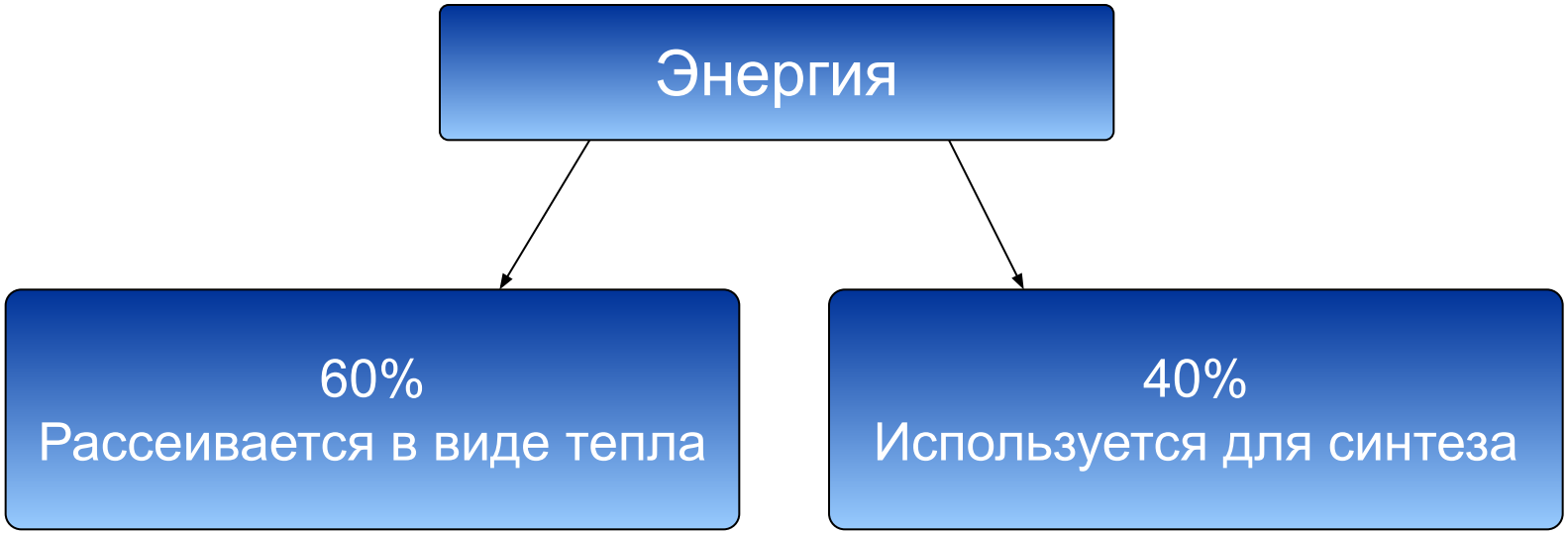
У растений: $C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH + 2АТФ + 2H_2O$

Гликолиз близок к брожению.

Выделяют различные виды брожения:

- молочнокислое брожение (глюкоза окисляется до молочной кислоты);
- спиртовое брожение (образование этилового спирта из глюкозы);
- маслянокислое брожение (окисление глюкозы до масляной кислоты).

Бескислородный этап



Кислородное расщепление

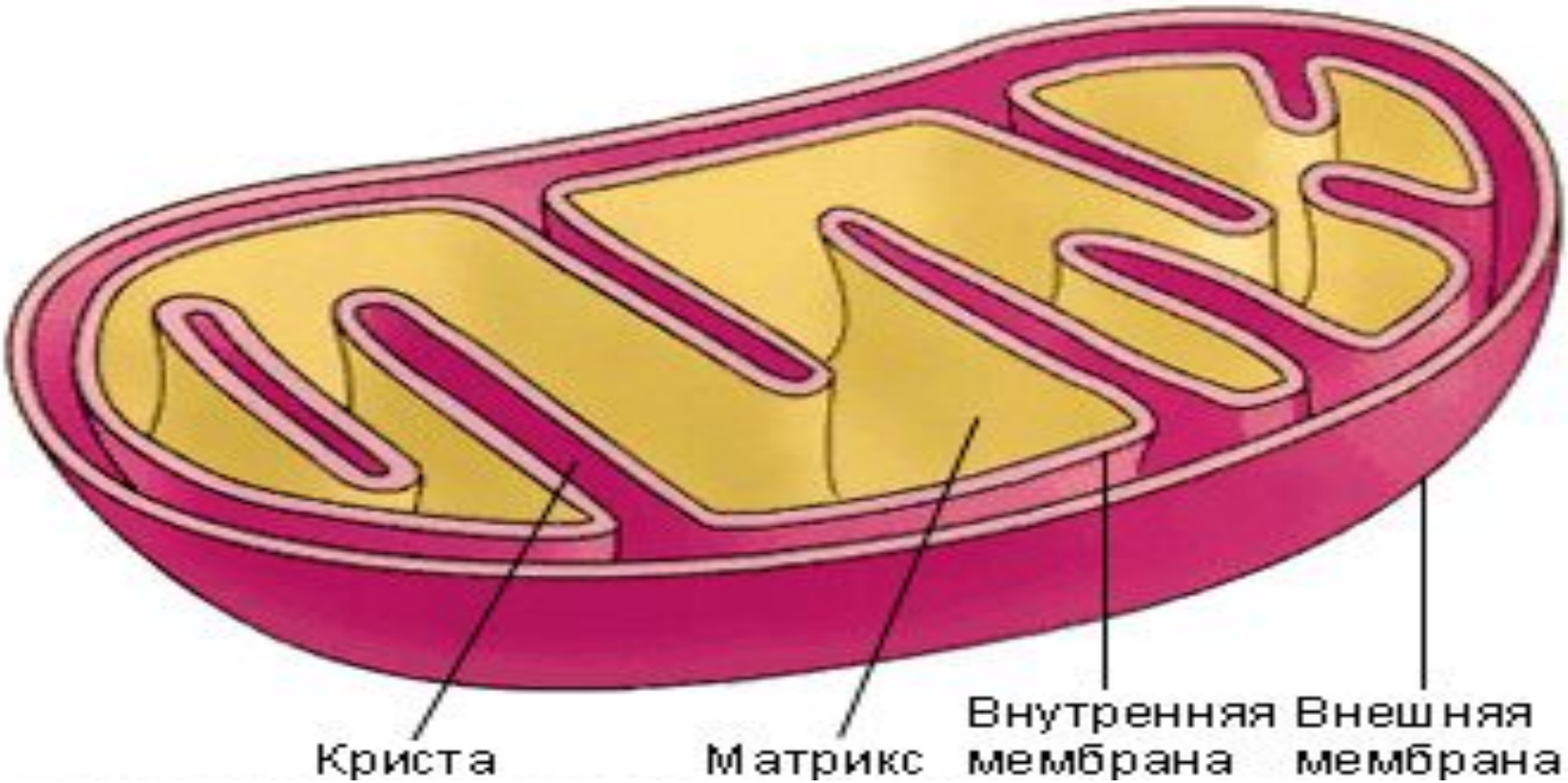
$2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36АДФ + 36H_3PO_4$

$= 6CO_2 + 6H_2O + 36АТФ + 36H_2O$

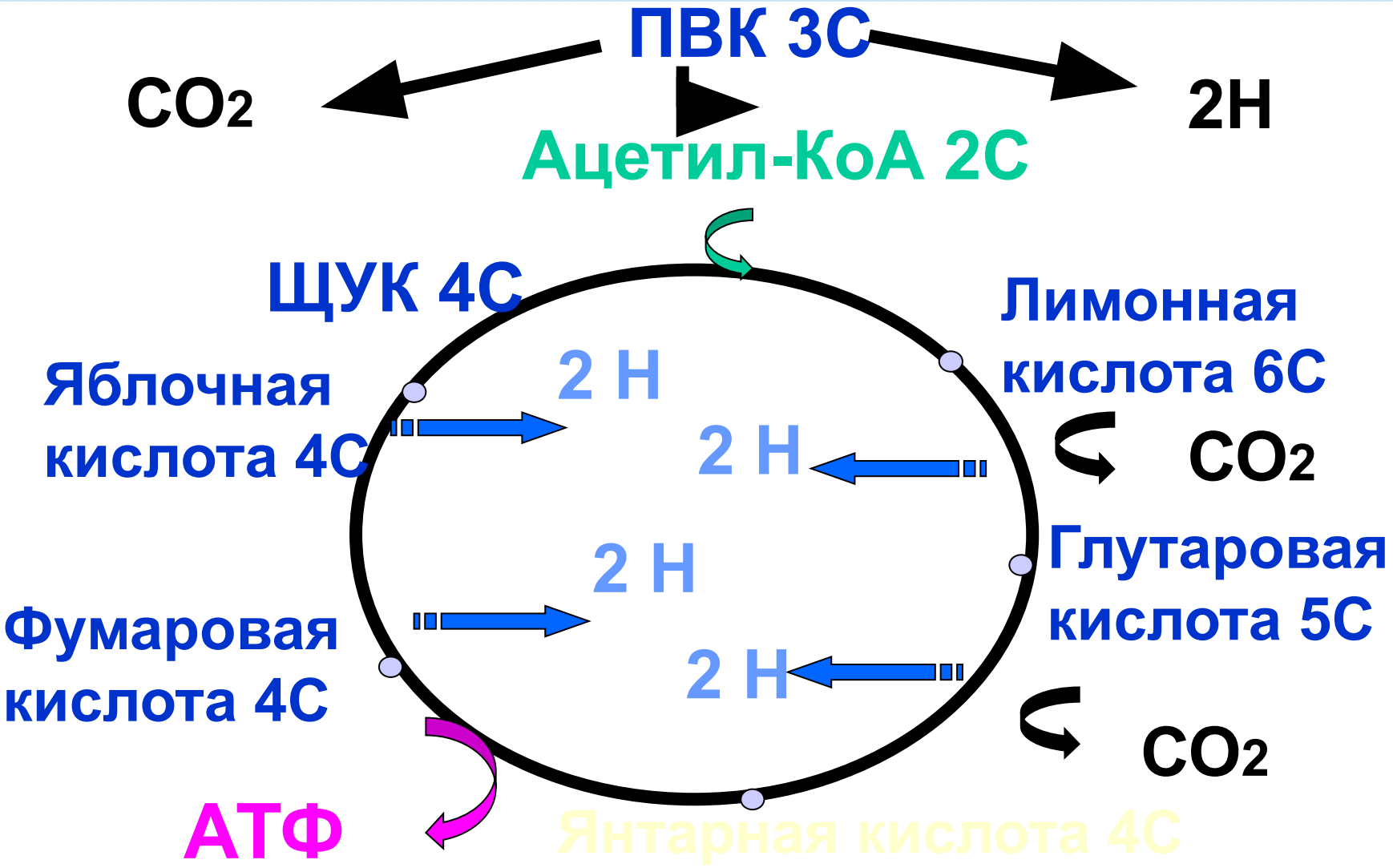
Цикл Кребса – циклический ферментативный процесс полного окисления активированной уксусной кислоты до углекислого газа и воды.

Кислородное расщепление

Митохондрия

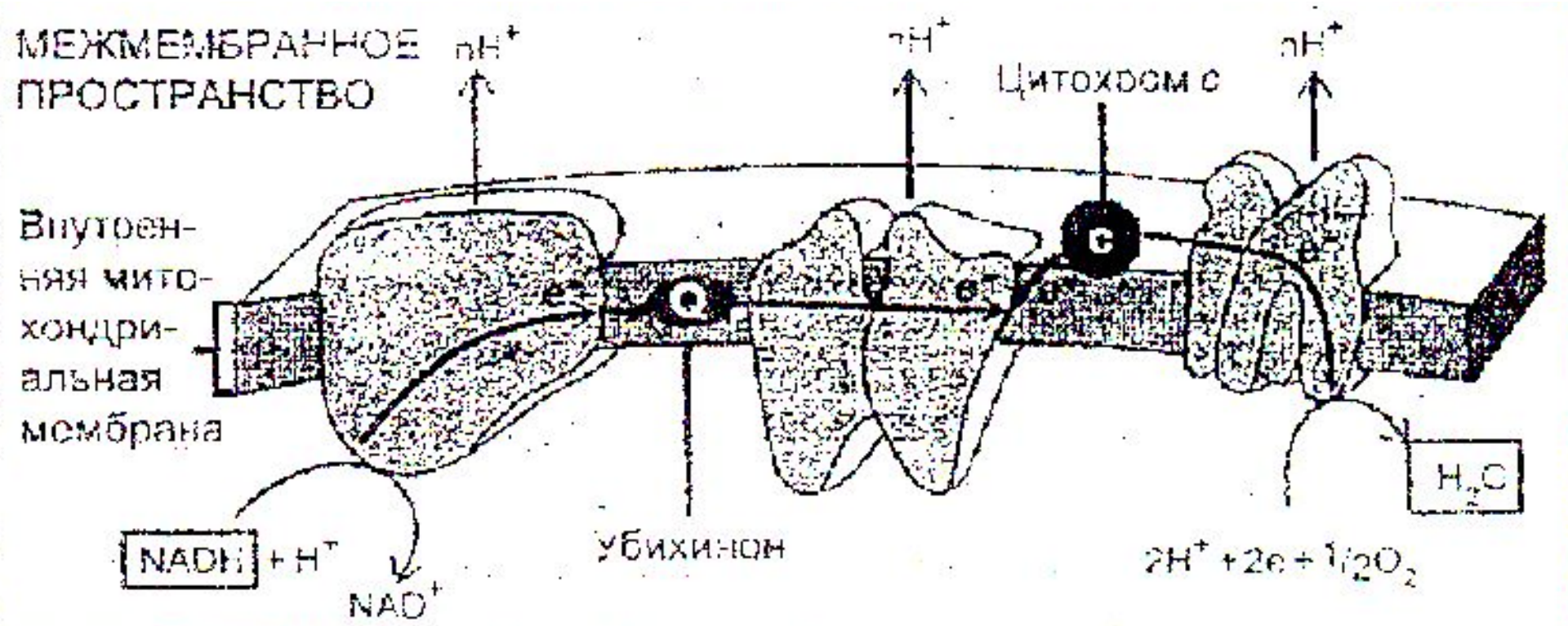


Кислородное расщепление

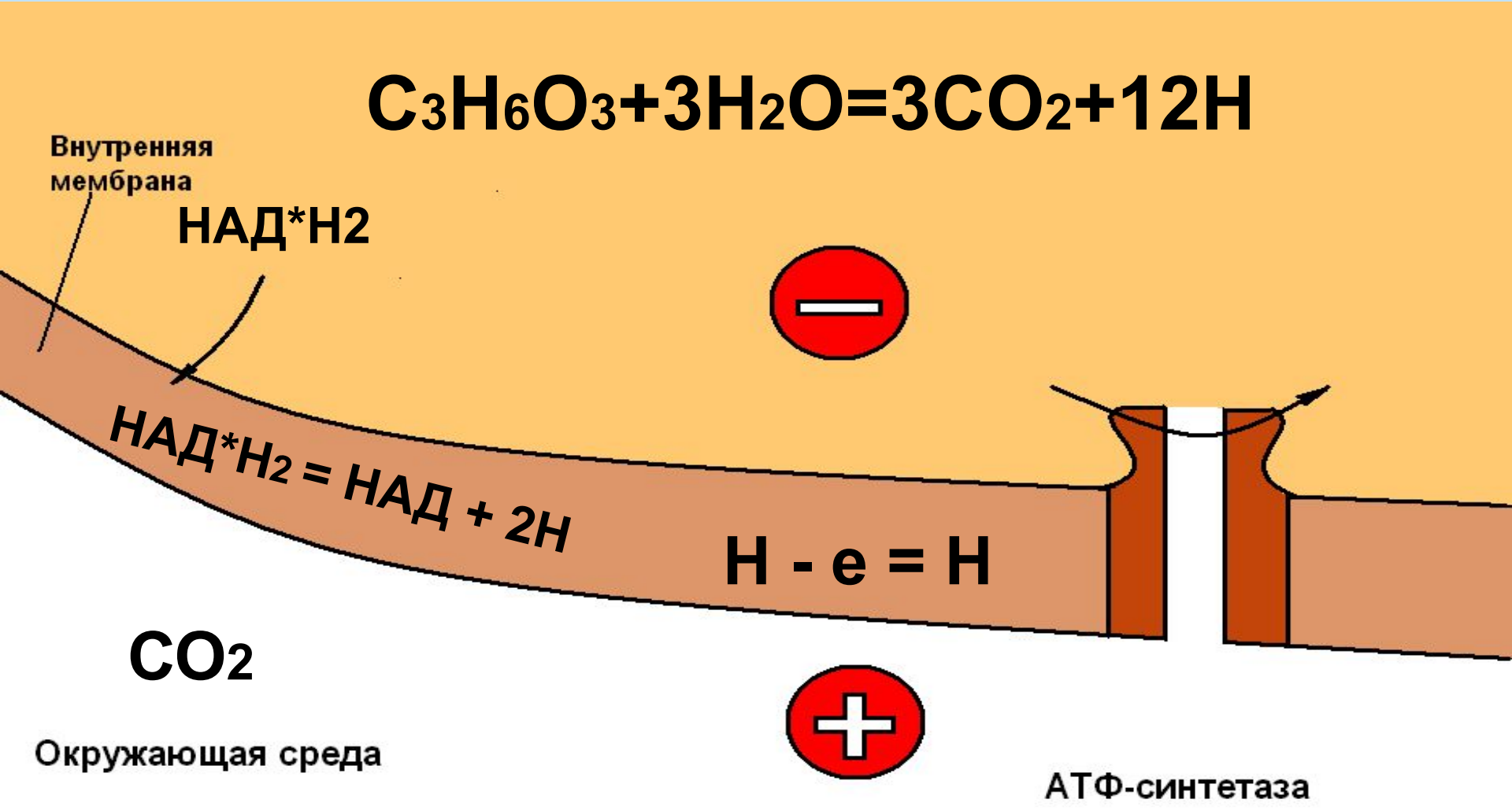


Кислородное расщепление

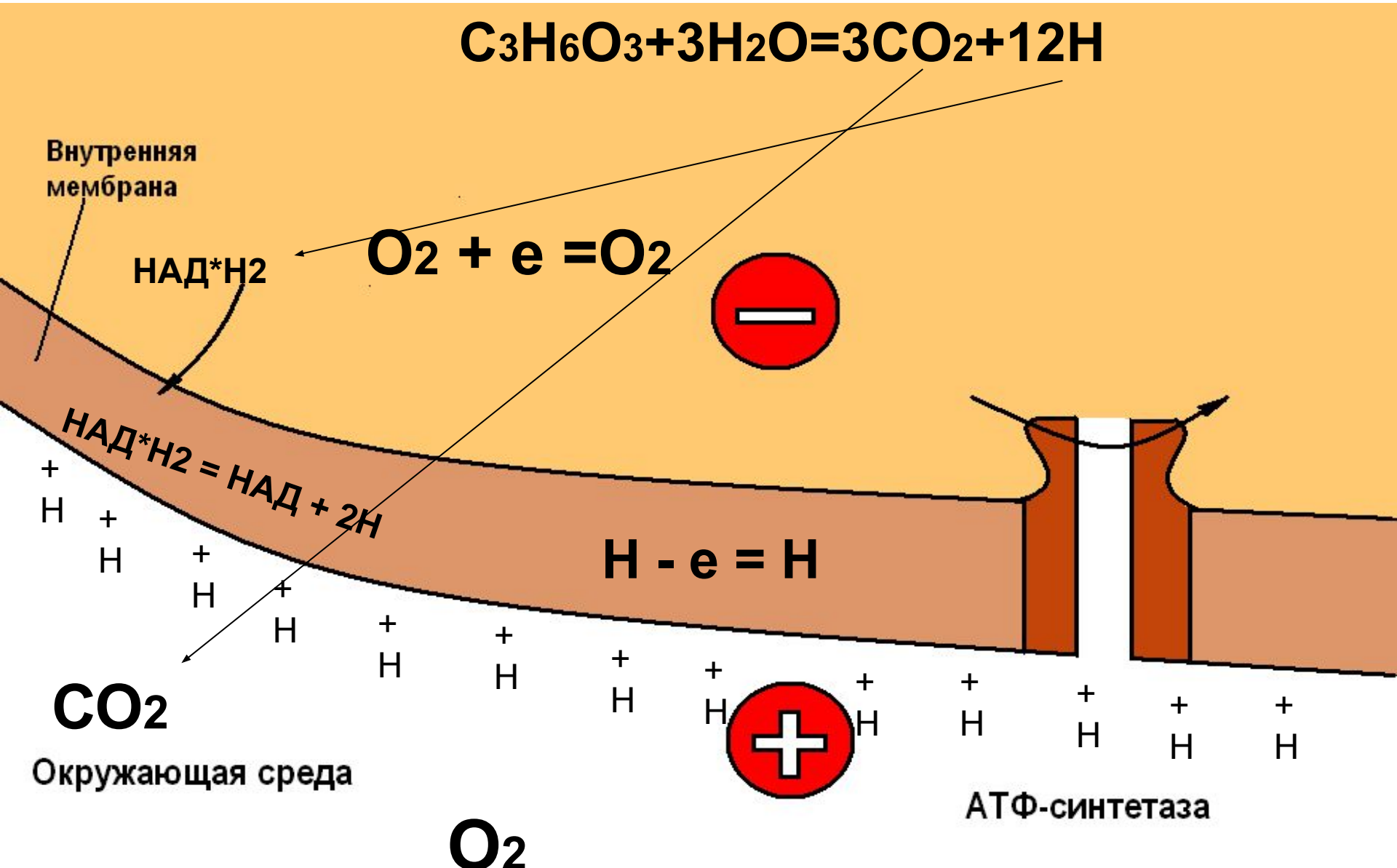
Электроннотранспортная сеть



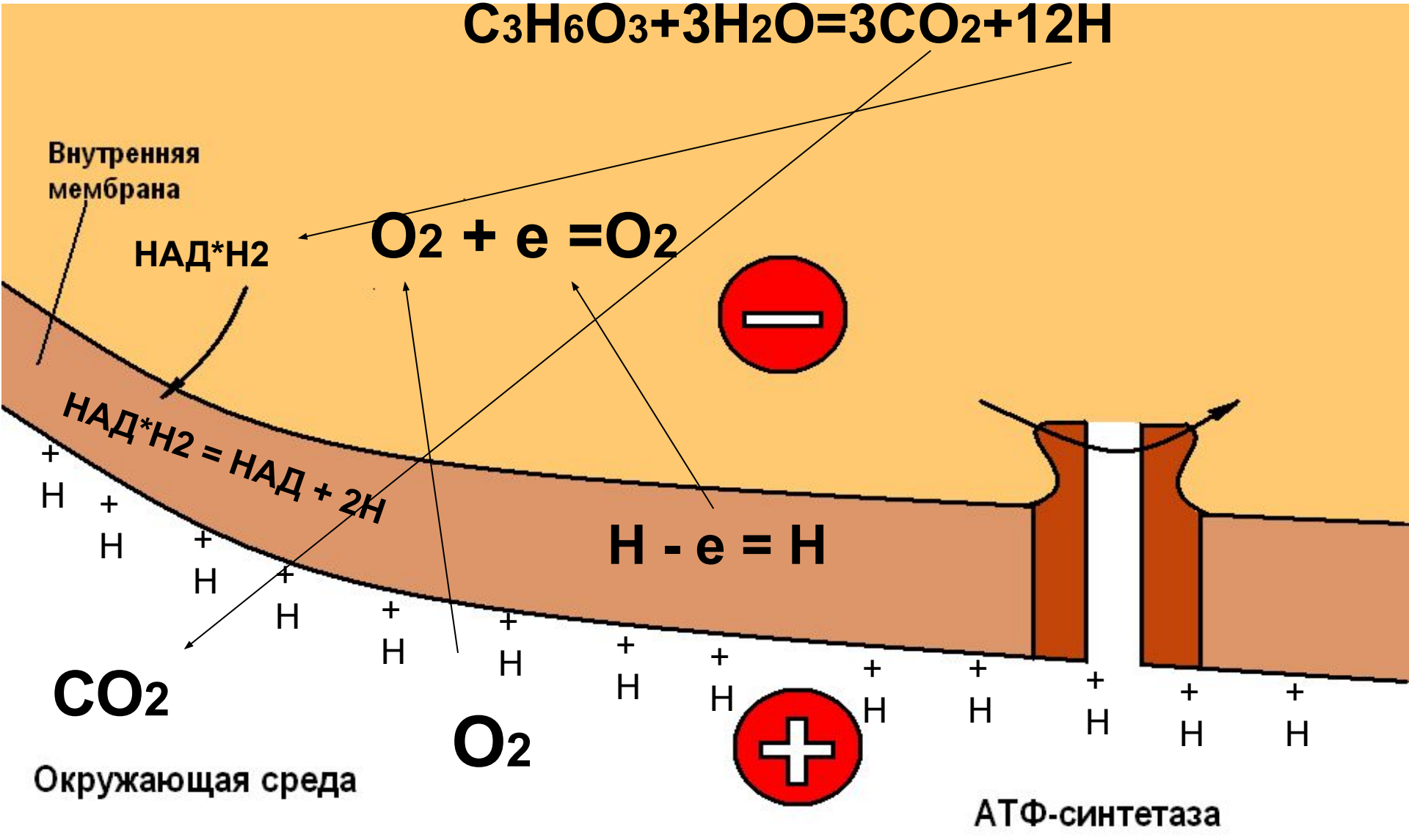
Кислородное расщепление



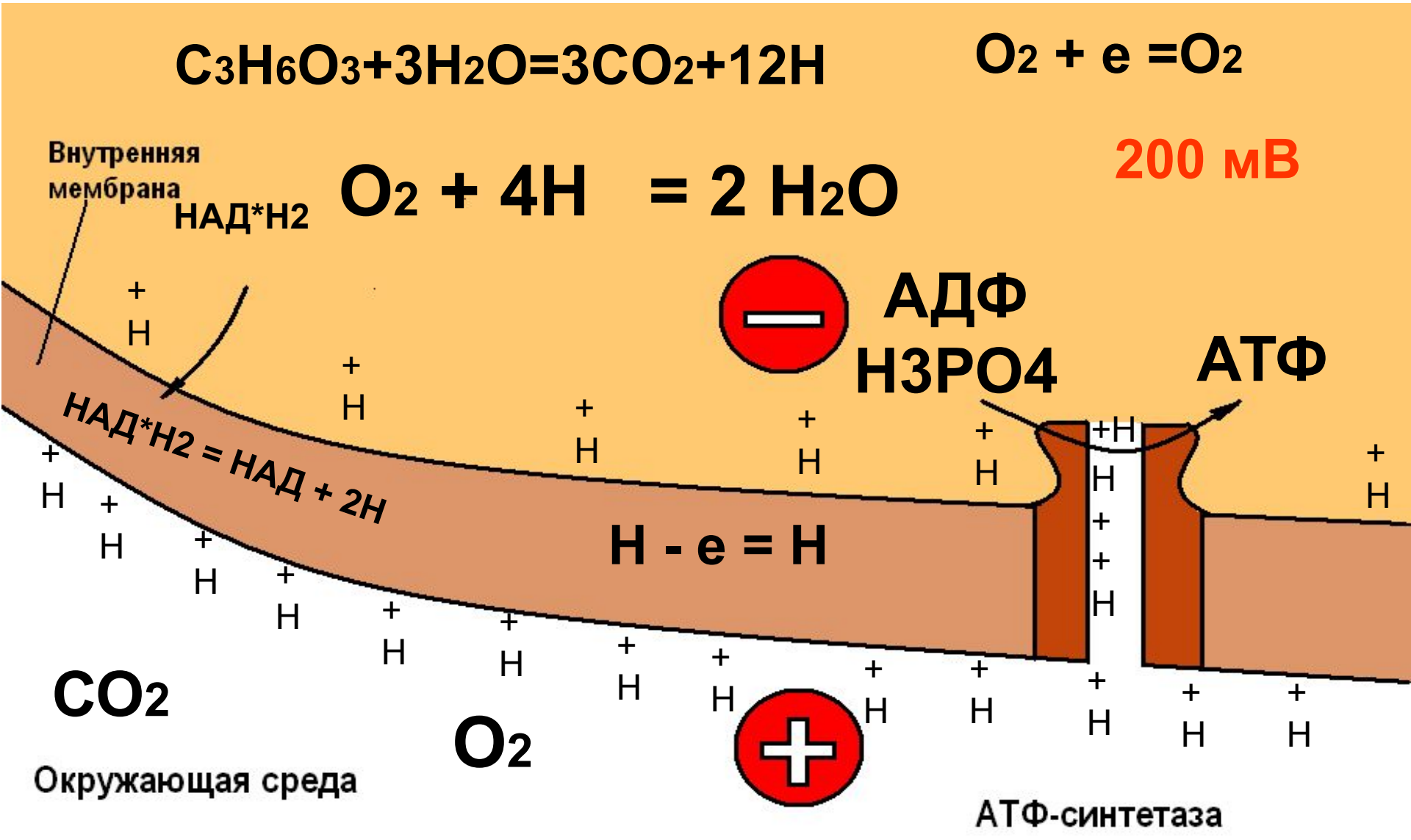
Кислородное расщепление



Кислородное расщепление



Кислородное расщепление



Кислородное расщепление

Выделение энергии:

2600 кДж - на 2 моля

$C_3H_6O_3$

45%

Рассеивается в виде тепла

55%

Сберегается в виде АТФ

Суммарное уравнение:

1. $C_6H_{12}O_6 + 2АДФ + 2H_3PO_4 = 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O$
2. $2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36АДФ + 36H_3PO_4 = 6CO_2 + 36АТФ + 42H_2O$

Выводы

- синтез АТФ в процессе гликолиза не нуждается в мембранах. Он идёт в пробирке , если имеются все необходимые субстраты и ферменты;

- для осуществления кислородного процесса необходимо наличие неповреждённых митохондриальных мембран;

- расщепление в клетке 1 молекулы глюкозы до CO_2 и H_2O обеспечивает синтез 38 молекул АТФ.

Суммарное уравнение

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38\ H_3PO_4 + 38АДФ \longrightarrow 6CO_2 + 38АТФ + 44H_2O$$

Задания ЕГЭ

- **Пример 1.** В процессе гликолиза образовалось 42 молекулы пировиноградной кислоты. Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образуется при полном окислении?

Схема решения задачи включает:

- 1) при гликолизе одна молекула глюкозы расщепляется с образованием 2-х молекул пировиноградной кислоты (ПВК), следовательно, гликолизу подверглось: 42 : 2 = 21 молекула глюкозы;
- 2) при полном окислении одной молекулы глюкозы (бескислородный и кислородный этапы) образуется 38 молекул АТФ;
- 3) при окислении 21 молекулы образуется: 21 х 38 = 798 молекул АТФ.

Задания ЕГЭ

- **Пример 2.** Какие продукты образуются и сколько молекул АТФ запасается в клетках дрожжей при спиртовом брожении в результате расщепления 15 молекул глюкозы? Ответ поясните.

Схема решения задачи включает:

- 1) расщепление глюкозы в клетках дрожжей происходит по пути спиртового брожения, продуктами которого являются этиловый спирт и углекислый газ;
- 2) 1 молекула глюкозы расщепляется с образованием 2-х молекул АТФ, следовательно из 15 молекул глюкозы образуется 30 молекул АТФ.

Задания ЕГЭ

- **Пример 3.** Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов ГТАЦЦГЦГТТГАГГАЦЦЦ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и аминокислотную последовательность соответствующего фрагмента молекулы белка.

Элементы ответа:

- 1) последовательность на иРНК: ЦАУГГЦААЦУЦЦУГГГ;
- 2) антикодоны тРНК: ГУА, ЦЦГ, ЦГУ, УГА, ГГА, ЦЦЦ;
- 3) аминокислотная последовательность:
- гистидин-глицин-аланин-треонин-пролин-глицин.

Задания ЕГЭ

- **Пример 4.** Участок молекулы ДНК, кодирующей последовательность аминокислот в белке, имеет следующий состав: Г-А-Т-Г-А-А-(Т-А)Г-Т-Г-Ц-Т-Т-Ц. Объясните, к каким последствиям может привести случайное добавление нуклеотида гуанина (Г) между седьмым и восьмым нуклеотидами.

Элементы ответа:

- 1) произойдёт генная мутация - могут измениться коды третьей и последующих аминокислот;
- 2) может измениться первичная структура белка;
- 3) мутация может привести к появлению нового признака у организма.

Задания ЕГЭ

- **Пример 5.** Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦГТТГГГЦТАГГЦТТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает

- 1) нуклеотидная последовательность участка тРНК ГЦААЦЦЦГАУЦЦГАА;
- 2) нуклеотидная последовательность антикодона ЦГА (третий триплет) соответствует кодону на иРНК ГЦУ;
- 3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота АЛА, которую будет переносить данная тРНК.

Задания ЕГЭ

- **Пример 6.** В последовательности одной из исходных цепей ДНК А Г Ц А Г Г Т А А произошла мутация - выпадение второго нуклеотида в третьем триплете. Используя таблицу генетического кода, определите исходную аминокислотную последовательность. Изменится ли первичная структура исходного полипептида? Ответ поясните. К какому виду мутаций относится данное изменение?

Схема решения задачи включает

- 1) последовательность нуклеотидов на иРНК - УЦГУЦЦАУУ. последовательность аминокислот в исходной цепи: Сер-Сер-Иле;
- 2) в случае мутации произойдет укорочение участка полипептидной цепи па одну аминокислоту - Иле, далее может измениться вся аминокислотная последовательность белка;
- 3) генная (точечная) мутация.

Задания ЕГЭ

- **Пример 7.** Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тимином (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое число нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двуцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК? Ответ поясните.

Схема решения задачи включает:

- 1) согласно принципу комплементарности во второй цепи ДНК содержится нуклеотидов: А - 100, Т - 300, Г - 200, Ц - 150;
- 2) в двух цепях ДНК содержится нуклеотидов: А - 400, Т - 400, Ц-350, Г-350;
- 3) информацию о структуре белка несет одна из двух цепей, число нуклеотидов в одной цепи ДНК 300 + 100 + 150 + 200 = 750, одну аминокислоту кодирует триплет нуклеотидов, поэтому в белке должно содержаться 750 : 3 = 250 аминокислот.

Задания ЕГЭ

- **Пример 8.** Информационная часть иРНК содержит 120 нуклеотидов. Определите число аминокислот, входящих в кодируемый ею белок, число молекул тРНК, участвующих в процессе биосинтеза этого белка, число триплетов в участке гена, кодирующих первичную структуру этого белка (следует учитывать, что одна тРНК доставляет к рибосоме одну аминокислоту). Объясните полученные результаты.

Схема решения задачи включает:

- 1) аминокислоту кодирует триплет нуклеотидов, следовательно, белок содержит 120:3 = 40 аминокислот;
- 2) поскольку тРНК транспортирует одну аминокислоту, для трансляции понадобилось 40 тРНК;
- 3) иРНК является копией гена, кодирующего данный белок, поэтому ген содержит 120:3 = 40 триплетов.

Задания ЕГЭ

- **Пример 9.** Полипептид состоит из 20 аминокислот. Определите число нуклеотидов на участке гена, который кодирует первичную структуру этого полипептида, число кодонов на иРНК, соответствующее этим аминокислотам, и число молекул тРНК, участвующих в биосинтезе этого полипептида (следует учесть, что одна тРНК доставляет к рибосоме одну аминокислоту). Ответ поясните.

Схема решения задачи включает:

- 1) генетический код ДНК триплетен, поэтому участок гена ДНК, кодирующий полипептид из 20 аминокислот, содержит 20 х 3 = 60 нуклеотидов;
- 2) информационная часть иРНК содержит 20 кодонов;
- 3) для биосинтеза данного полипептида понадобится 20 молекул тРНК.

Задания ЕГЭ

- **Пример 10.** В процессе трансляции участвовало 30 молекул тРНК. Определите число аминокислот, входящих в состав синтезируемого белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.

Схема решения задачи включает:

- 1) одна тРНК транспортирует одну аминокислоту, следовательно, 30 тРНК соответствуют 30 аминокислотам и белок состоит из 30 аминокислот;
- 2) одну аминокислоту кодирует триплет нуклеотидов, значит, 30 аминокислот кодируют 30 триплетов;
- 3) количество нуклеотидов в гене, кодирующем белок из 30 аминокислот, 30 * 3 = 90.

Задания ЕГЭ

- **Пример 11.** В молекуле ДНК находится 1400 нуклеотидов с тимином, что составляет 5 % от их общего числа. Определите, сколько нуклеотидов с гуанином (Г), цитозином (Ц), аденином (А) содержится в отдельности в молекуле ДНК, и объясните полученные результаты.

Схема решения задачи включает:

- 1) аденин (А) комплементарен тимину (Т) и составляет 1400, их сумма (А+Т) - 2800 нуклеотидов;
- 2) общее число нуклеотидов с аденином и тимином составляет 10 %, а гуанина и цитозина – 90 %;
- 3) сумма нуклеотидов с гуанином (Г) и цитозином (Ц) равна 25200 нуклеотидов, так как нуклеотиды с гуанином и цитозином комплементарны, их количество в отдельности составляет по 12600.

Задания ЕГЭ

- **Пример 12.** В каких случаях изменение последовательности ДНК не влияет на структуру и функции соответствующего белка?

Элементы ответа:

- 1) если в результате замены нуклеотида возникает другой кодон, кодирующий ту же аминокислоту;
- 2) если кодон, образовавшийся в результате замены нуклеотида, кодирует другую аминокислоту, но со сходными химическими свойствами;
- 3) если изменения нуклеотидов произойдет в межгенных участках или в нефункционирующих участках ДНК.